I freni delle automobili

Sin dai primordi della ruota fermare qualcosa in movimento è stato più difficile che muoverlo. Ci si affidava alla forza di un animale per muoversi e alla sua forza per fermarsi. Poi il solito eroe ignoto ebbe un'intuizione, perché non provare a fermare in qualche modo la ruota con qualcosa? Nacque così il primo freno su una ruota sola , con un ceppo di legno che imperniato sul carro faceva forza sulla ruota e frenava (si fa per dire) il carro.

Il primo passo era stato fatto, forse nel tardo medioevo , ma ahimè rimase così per secoli fino all'avvento dell'automobile ed oltre. In effetti non si avevano idee chiare sul come frenare un mezzo in movimento, lo testimoniano i tanti tentativi e i tanti vicoli ciechi percorsi dalla ricerca .

Ancora verso gli inizi della prima guerra mondiale c'erano auto che superavano 70/80 chilometri ora e si affidavano, per fermarsi , ai freni a filo, tanto per intenderci quelli delle biciclette, che per di più agivano solo sui freni posteriori.

Adesso vi spiegate il perché di tanti incidenti all'alba dell'automobilismo.

Eppure nel 1901 la Maybach aveva usato un primordiale freno a tamburo, ma bisogna attendere il 1902 perché Louis Renault presenti il primo freno a tamburo così come noi lo conosciamo , anche se l'azionamento delle ganasce era meccanico.

Ne potete vedere un esemplare nella foto 1 sottostante.

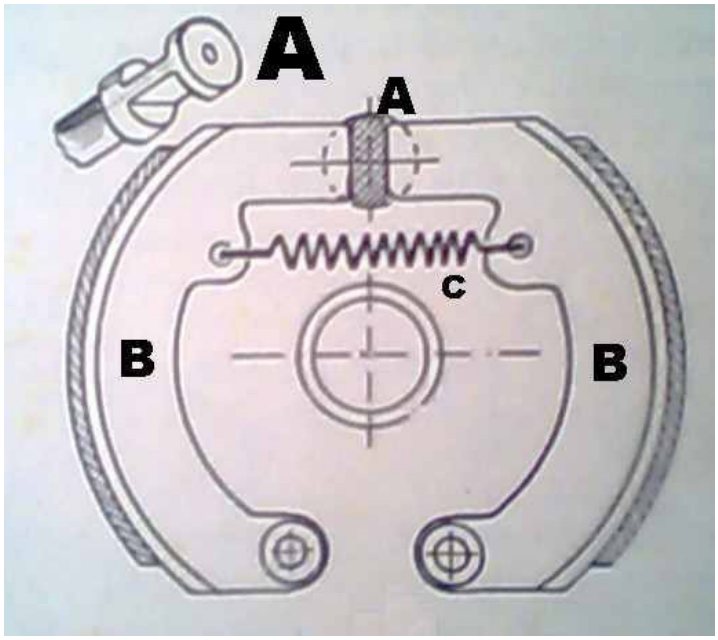


foto 1

Il perno A veniva fatto ruotare da una leva esterna al tamburo, le ganasce B si aprivano e l'auto rallentava, rilasciando il freno la molla C aiutava le ganasce a ritornare al posto, semplice e discretamente efficace, ancora in uso su rimorchi agricoli.

Ai primordi dell'auto i freni erano pressappoco considerati inutili, infatti Ettore Bugatti a coloro che nutrivano legittime riserve sulla capacità di fermarsi delle sue automobili, rispondeva tranquillamente che i suoi "purosangue" erano costruiti per correre, e non certo per fermarsi. Questione di punti di vista !

I freni allora erano due e dietro, ma non sempre , qualcuno aveva un solo freno a nastro, un nastro di materiale adatto che serrava l'albero trasmissione, in pratica con che capacità frenante lo sapeva solo il costruttore.

Curiosamente fu brevettato prima il freno a disco. Infatti intorno al 1890 a Birmingham iniziarono i primi esperimenti e nel 1902 Frederick Lanchester chiese ed ottenne il brevetto del primo impianto di freno a disco della storia. Bisognerà attendere più di mezzo secolo per vederne il trionfo in una gara automobilistica.

Infatti nel 1953 la Jaguar vinse la 24 ore di Le Mans proprio grazie alla superiorità della frenata delle sue auto.

Grazie ai freni senza "fading", alla fine delle tre miglia e mezza del rettilineo Mulsanne, le C-type riuscivano a decelerare in completa sicurezza da velocità di circa 150 mph (240km/h); inoltre, quei freni avevano una maggiore durata rispetto a quelli di tutti gli altri concorrenti e il risultato fu un grande successo: le Jaguar si classificarono al primo, secondo e quarto posto.

Immaginate quali freni occorrevano verso gli anni '80 quando su quel rettifilo si raggiungevano e superavano i 400 km/h!

Nelle autovetture abbiamo due sistemi di frenatura indipendenti, uno di stazionamento, con comando a mano (o a piede se Mercedes, decisamente pericoloso perché impossibile da azionare dal passeggero in una situazione di emergenza con il pilota inerme), agente in genere sulle ruote posteriori, e l'altro di esercizio con comando a pedale, idraulico, ed agente sulle quattro ruote. Dei quattro dispositivi di attrito i due delle anteriori hanno il compito più gravoso.

Infatti durante la frenata si ha, per effetto dell'inerzia, un traferimento di parte del carico sulle ruote anteriori; a questo trasferimento corrisponde un aumento dell'aderenza delle ruote anteriori e una diminuizione delle posteriori (la macchina si "alza" dietro). Poiché la frenata risulta alterata, un impianto razionale deve riservare ai freni anteriori la percentuale maggiore della capacità totale di frenata, non per niente la grande maggioranza delle auto ha freni a disco all'anteriore e tamburo al posteriore.

Freni a tamburo

Da sfatare immediatamente la favola che siano inferiori ai dischi, in realtà un freno a tamburo è più efficace di un freno a disco, per via della maggiore superficie di attrito.

Quello che lo rende inferiore è che non smaltisce altrettanto bene il calore generato dalla frenata.

I freni a tamburo sono di vari tipi, i più importanti sono quelli a ceppi fulcrati e quelli a ceppi flottanti.

Freno a ceppi fulcrati. E' il tipo più vecchio ed è di costruzione semplice. Ha l'inconveniente di non poter garantire un ampio contatto fra suola (la superficie che genera attrito, comunemente chiamata Ferodo, dal nome della ditta più conosciuta) e tamburo appunto a causa dell'ancoraggio del ceppo al fulcro. Ciò si traduce in una visibile irregolarità di logoramento delle suole. Eccone un esempio

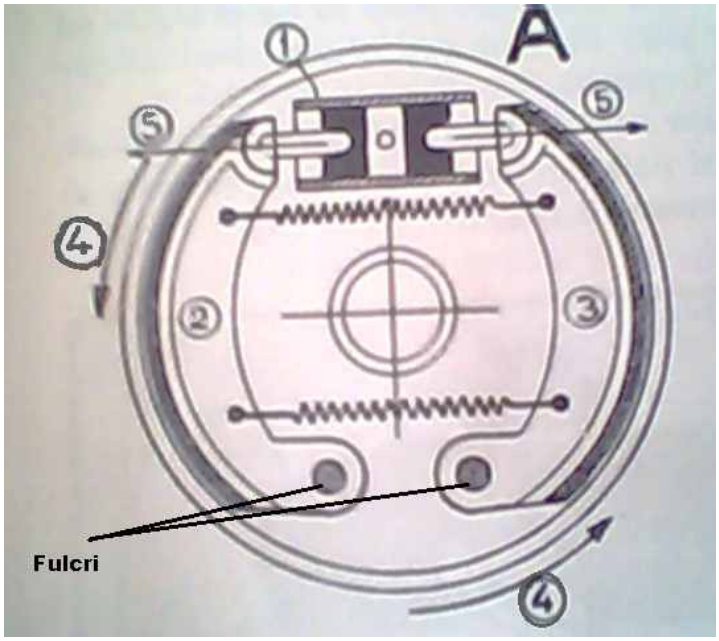


foto 2

1 Cilindretto freni azionato dall'olio idraulico

2/3 Ganasce

4 Senso di rotazione

5 Pistoncini di azionamento ganasce

L'olio entrando nel cilindretto 1 provoca l'apertura delle ganasce 2 è 3 che però essendo fulcrate sotto toccano parzialmente l'interno del tamburo e consumano irregolarmente la suola.

Freno a ceppi flottanti .

Questo tipo di freno rappresenta un perfezionamento rispetto al ceppo fulcrato in virtù della maggiore libertà consentita alla suola.

Scompaiono i fulcri e tra le due parti inferiori delle ganasce compare un appoggio in lamiera che aumenta il loro grado di libertà. Libertà che permette di aumentare la superficie di contatto e rende il logoramento più regolare.

Altre differenze costruttive riguardano : 1) la posizione della suola rispetto al ceppo (ganascia), suola che non ricopre più tutto il ceppo; 2) Il dispositivo di dispersione del calore, che in genere consiste in una alettatura esterna del tamburo, e foratura del disco ruota, 3) dispositivo per la ripresa del gioco fra suola e tamburo dovuto al progressivo logoramento della suola.

Freni a disco

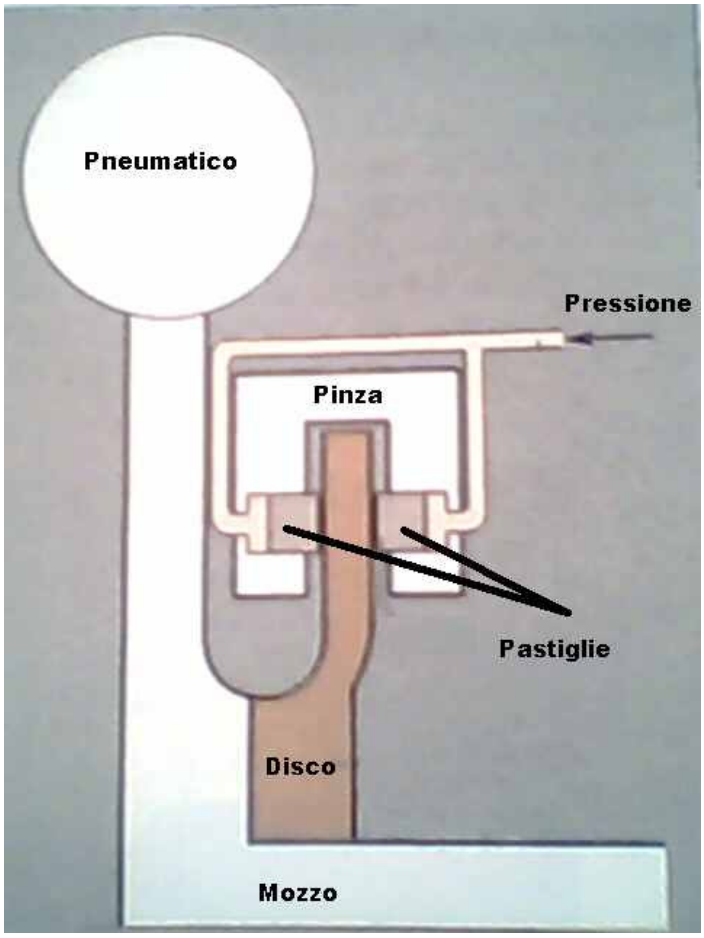
Come abbiamo visto nacquero prima dei freni a tamburo, però non trovarono applicazioni valide perché all'epoca i freni a tamburo erano sufficientemente evoluti ed in grado di soddisfare le esigenze del tempo. Il vero interesse iniziò a manifestarsi verso il 1935 nel settore carrelli d'aereo, dato che le velocità in gioco cominciavano a mettere fuori causa i tamburi.

Negli anni successivi l'uso di freni a disco in aeronautica si generalizzò, e passata la guerra i tempi e le prestazioni delle auto erano maturi per l'utilizzo automobilistico. Prima nelle competizioni e poi via via nelle auto di tutti i giorni.

Come è fatto un freno a disco:

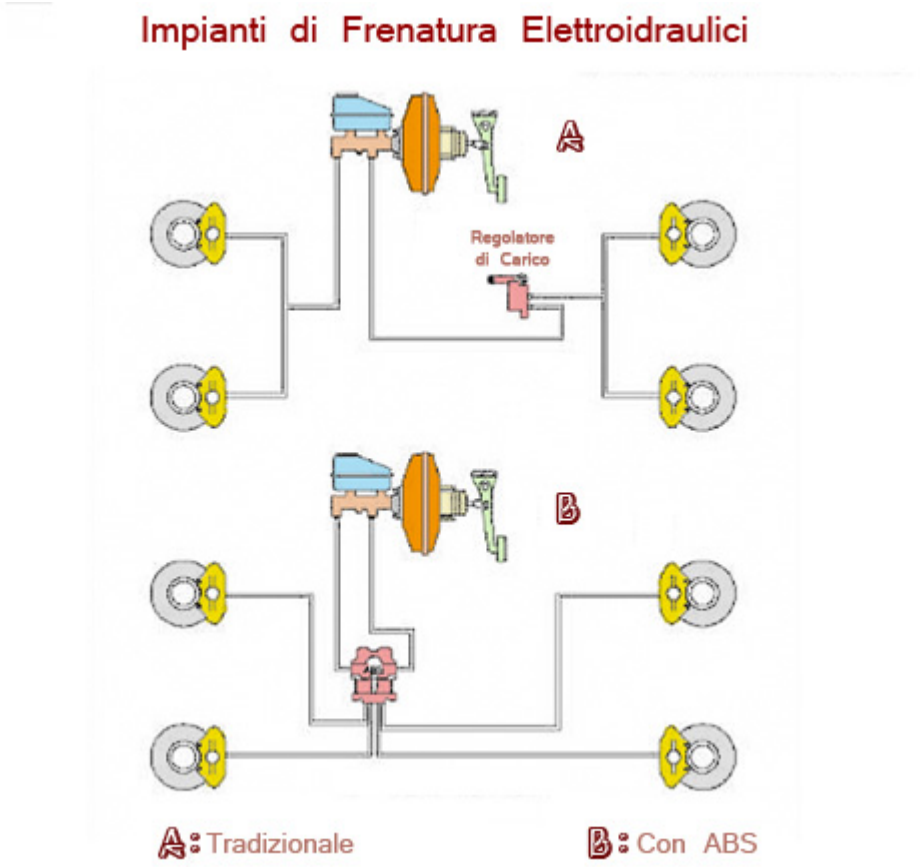
semplice: un disco metallico a facce piane, solidale alla ruota,gira fra due uno o due pistoncini coassiali portati da una pinza fissata alla sospensione della vettura. I pistoncini recano sul lato affacciato verso la superficie del disco una guarnizione di materiale di attrito, mentre sull'altro lato sono sottoposti alla pressione idraulica generata dal dispositivo di comando (foto 3). La pressione di frenatura giungendo su entrambi i pistoncini genera una forza che serra il disco e la macchina frena. Una versione più economica è quella a pinza flottante, un solo pistoncino che spinge da una parte e per reazione tira a sé l'altra pastiglia dato che la pinza è libera (flottante), ma il risultato non cambia , il disco viene frenato. La superficie della pinza non è mai eccessiva e questo permette un raffreddamento eccellente, migliorato ancora di più nei dischi ventilati, in pratica due dischi uniti da una canalizzazione interna, e aperti sul bordo, che fa da aspiratore e raffredda ulteriormente il complesso disco+pastiglie+pinza.

Attualmente i materiali in uso per i dischi sono: ghisa per i normali usi automobilistici; acciaio per uso motociclistico dato che entra subito in temperatura, carbonio per auto da corsa, carboceramici che sono i migliori in assoluto e praticamente insensibili al fading, ma mostruosamente costosi, montati a richiesta su macchine tipo Porsche e Ferrari.


Pneumatico
Pressione
Pinza
Pastiglie
Disco
Mozzo

Come funziona l'ABS

Cominciamo ad avere le idee un po' più chiare sul funzionamento dell'ABS guardando i prossimi disegni. Non ci interesseremo di chi lo ha montato per primo o di chi lo ha sviluppato, ma cercheremo di spiegare per bene a cosa serve e come, sopratutto, si usa.



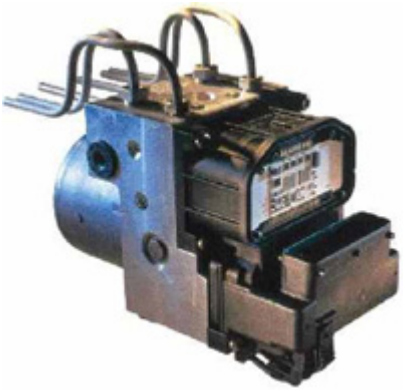
Fermare un'auto in marcia su un fondo a basso coefficiente di attrito non è per nulla facile neanche per i grandi piloti di rally abituati a correre su qualunque fondo, dal fango al ghiaccio, alla sabbia e così via, figuriamoci per noi guidatori "normali".

In un'auto senza Abs ottenere l'arresto della medesima su fondo scivoloso senza innescare sbandate e testa coda significa essere dotati di un gran manico e di una ancor più grande fortuna. Basta un'inezia e il testacoda è assicurato. **Con l'Abs invece l'impresa riesce praticamente a tutti.**

Vediamo un po' come funziona.

Innanzitutto l'**Abs ha bisogno di sapere se le ruote stanno girando o se una si sta fermando**. Ciò è reso possibile da un congegno particolare chiamato "***ruota fonica***", che nella ruota anteriore è montato direttamente sul mozzo, come quello in foto a fianco.

I denti metallici della ruota fonica passando davanti ad un sensore generano un segnale che permette alla parte elettronica di capire a che velocità sta ruotando il mozzo e quindi gestire il tutto. Occorre poi una centralina e una pompa particolare (*vedi foto*).



Quando noi premiamo il pedale del freno, l'auto inizia a rallentare, ma se il fondo è ineguale una o più ruote tenderanno a bloccare.

E qui interviene la centralina, la ruota fonica di una ruota si ferma e quindi la centralina capisce che deve intervenire aprendo una valvola, al suo interno, che scarica la pressione sulla pinza freno della ruota bloccata che riprende a girare, la centralina si accorge che la ruota ha ripreso a girare e ridà pressione al freno ed il ciclo riprende e così via con tutte e quattro le ruote. **Tutto questo avviene fino a 15/20 volte al secondo.**

Il risultato è che la macchina frena e si ferma diritta e l'unica cosa che avvertite è un **pulsare del pedale del freno e il sordo brontolio delle valvole che si aprono e si chiudono**.

Ovviamente per far questo la centralina dell'Abs ha bisogno di una pompa supplementare elettrica per mantenere costante la pressione di frenata, pertanto in caso di frenata violenta **è FONDAMENTALE frenare più forte che potete** e contemporaneamente **PREMERE il pedale della frizione** per evitare che il motore si spenga e con lui la pompa supplementare che garantisce il funzionamento dell'Abs.

Come avete visto dal primo disegno gli impianti con Abs non abbisognano del regolatore di frenata sul ponte posteriore, provvede a tutto l'Abs.

La presenza dell'Abs è necessaria e complementare a due altri impianti: l'ESP e il traction control di cui abbiamo parlato in un precedente articolo.

ESP (controllo elettronico della stabilità)

È un sistema per il **controllo della stabilità dell'automobile**, che agisce in fase di **sbandata**, regolando la potenza del motore e frenando le singole ruote con differente intensità in modo tale da ristabilizzare l'assetto della vettura.

Tale dispositivo è efficace nel correggere sia eventuali situazioni di **sovrasterzo o sottosterzo**, che si possono verificare in caso di errata impostazione di una curva, sia in caso di **improvvisa deviazione di traiettoria**, evitando lo sbandamento del veicolo.

L'ESP si avvale di alcune informazioni che arrivano dalla vettura stessa in movimento:

- **4 sensori di velocità** (1 ogni ruota) integrati nel mozzo ruota che comunicano alla centralina la velocità istantanea di ogni singola ruota (quelli dell'Abs).
- **1 sensore di angolo sterzo**, che comunica alla centralina la posizione del volante e quindi le intenzioni del guidatore.
- **3 accelerometri** (1 per asse spaziale) normalmente posizionati a centro vettura, che indicano alla centralina le forze agenti sull'automobile.

La **centralina** interviene sia sull'alimentazione del motore (*riducendone la coppia*) che sulle singole pinze freno, correggendo la dinamica della vettura.

In particolar modo in caso di sottosterzo i freni intervengono frenando la ruota posteriore interna alla curva, creando un momento opposto alla sbandata,

mentre in caso di sovrasterzo viene frenata la ruota anteriore esterna alla curva, generando sempre un momento opposto.

Discorso più o meno analogo per il **Traction control**, i soliti sensori Abs captano una differenza oltre i parametri di progetto tra le due/quattro ruote motrici e intervengono frenandone una o più e/o riducendo la potenza del motore ed impedendo il pattinamento di una ruota così caro ai bulletti.

Da non scordare che i sensori Esp sono usati anche per l'**Hill Holder**, cioè quel congegno che in salita vi permette di partire senza problemi ritardando lo sblocco dei freni quando lasciate il pedale.

Il cambio di velocità

Lo adoperiamo ogni qualvolta usiamo l'auto, ma in effetti è un oggetto da "iniziati", ci ricordiamo di lui solo quando "grattiamo".

Innanzitutto dobbiamo sapere che il cambio è un dispositivo che serve a variare le caratteristiche di potenza meccanica, coppia e velocità, che viene trasmessa dal motore agli organi di utilizzo (le ruote tanto per intenderci).

Il cambio, in poche parole, adegua il momento motore al momento resistente della vettura (attriti interni, attrito asfalto,attriti esterni ecc).

Ci permette cioè di muoverci adeguando la coppia a ciò che dobbiamo fare.

Infatti grazie ai rapporti di riduzione dovuti agli ingranaggi effettua una moltiplicazione della coppia motrice favorendo lo spostamento e il successivo lancio della nostra beniamina.

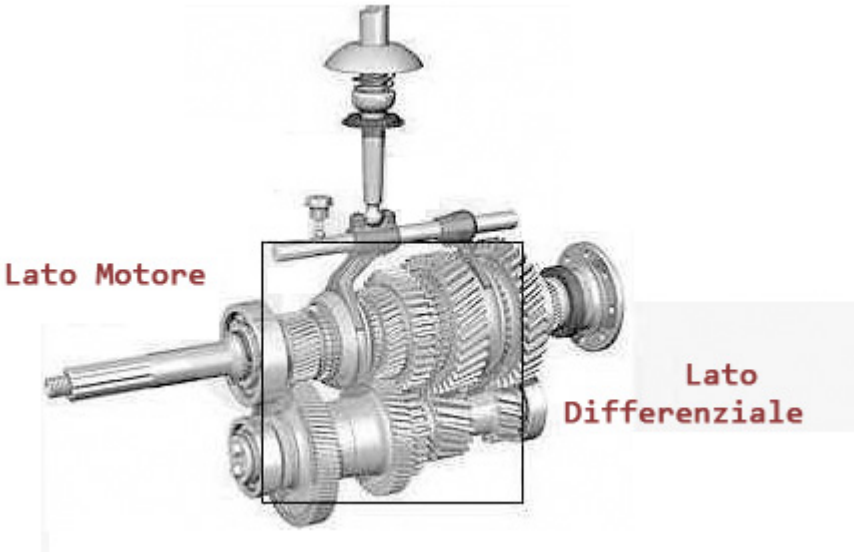
In genere oggi ha 5 marce, anche se negli ultimi diesel sono 6 e in qualche auto particolare 7.

Il cambio è una scatola di lega leggera (*alluminio*) nella quale sono alloggiati, immersi più o meno in olio lubrificante, ingranaggi, cuscinetti alberi e tutto ciò che compone la parte meccanica.

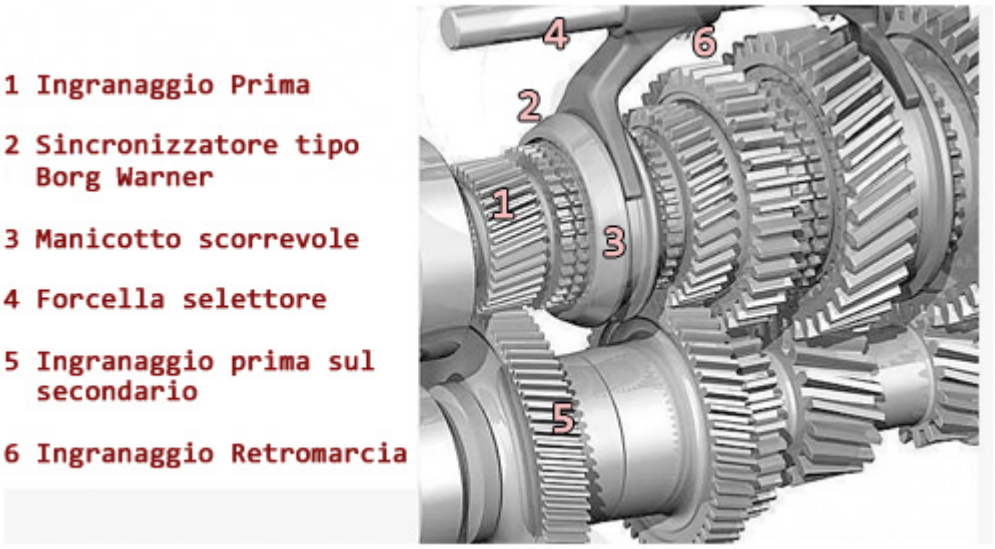
Gli alberi sono due o più (semplificheremo a due per comodità di spiegazione, e prenderemo in considerazione il cambio di una trazione posteriore per evitarci la complicazione del differenziale tra i piedi).

Uno degli alberi (il ***secondario***) ha ingranaggi calettati direttamente (cioè fanno corpo unico con l'albero), l'altro, che porta il moto dalla frizione (***primario***), ha gli ingranaggi che a riposo sono svincolati dal primario, e che quando la marcia viene "*ingranata*" vengono resi solidali con l'albero mediante lo scorrimento di un manicotto.

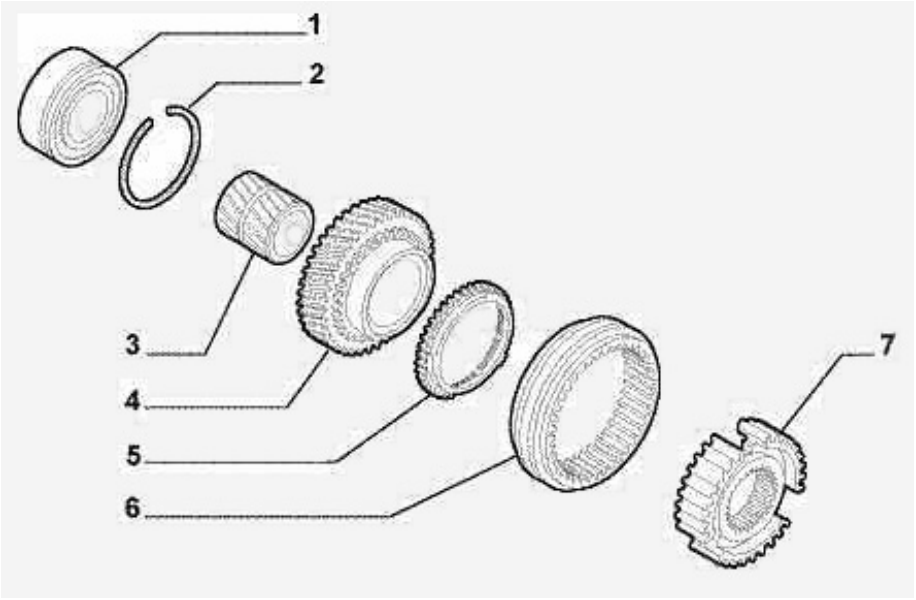
Apparentemente sembra strano, ma non lo è! *Osservate il disegno e cominciamo a spiegare.*



Vediamo l'ingrandimento:



L'**ingranaggio 1** è scollegato meccanicamente dall'albero primario fintantoché il **manicotto scorrevole 3** spinto dalla **forcella 4** ingrana **il sincronizzatore 2** rendendo così l'ingranaggio della prima collegato meccanicamente con l'**ingranaggio 5**. Detto così sembra un caos perché non si vedono alcune parti essenziali, ma diamo uno sguardo all'esploso qui sotto



1. **Cuscinetto**
2. **Anello di ritegno**
3. **Boccola**
4. **Ingranaggio**
5. **Sincronizzatore**
6. **Manicotto rigido**
7. **Mozzo interno al sincronizzatore e solidale coll' albero.**

Il manicotto 6 spinto dalla forcella del selettore (vedi disegno precedente) scorre verso l'ingranaggio 4 che ruota sulla boccola 3, il sincronizzatore 5 spinto verso l'ingranaggio ne accelera la velocità di rotazione fino a fargli raggiungere quella dell'albero primario (evitando così la "grattata") e il manicotto 6 rende così l'ingranaggio solidale con l'albero primario tramite il mozzo 7.

I denti degli ingranaggi delle marce avanti, per motivi di silenziosità di funzionamento, sono di tipo elicoidale, quelli della marcia indietro (n° 6 del primo disegno) sono dritti per motivi di costo, ecco perchè a marcia indietro tutte le auto sono rumorose. Il fatto che gli ingranaggi abbiano denti elicoidali comporta un lavoro particolare per il lubrificante del cambio che oltre a dover sopportare alte pressioni di contatto tra gli ingranaggi, deve anche sopportare pesanti strisciamenti tra i denti degli ingranaggi

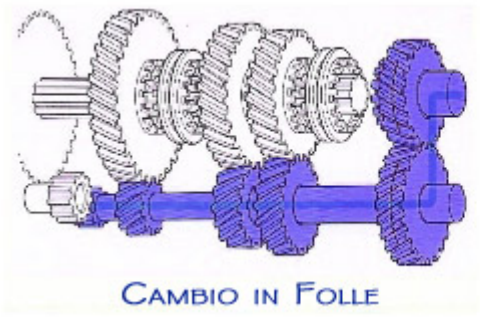
Il cambio automatico

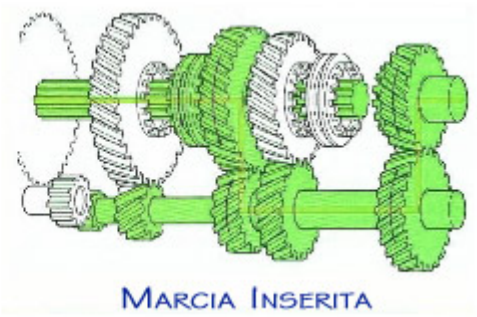
Il cambio ha la funzione di trasferire la coppia del motore alle ruote motrici attraverso la trasmissione, in base alla necessità di potenza, velocità o spunto richiesti.

In pratica: le marce più basse danno maggiore spunto ed accelerazione e meno velocità al contrario di quelle più lunghe da utilizzare quando la velocità è maggiore permettendo quindi al veicolo di districarsi nelle più svariate condizioni di traffico e di percorso.

In linea di massima **il cambio è formato da tre alberi** (più quello della retromarcia) ed una serie di ingranaggi:

- il **primario** (*o albero della frizione*) attaccato alla frizione dalla quale riceve direttamente la coppia
- il **secondario**, collegato con l'albero di trasmissione o direttamente al differenziale
- l'**ausiliario**: un albero che fa da ponte tra gli altri due, permettendo quindi il collegamento tra motore e ruote.





Ogni rapporto è costituito da una coppia di ingranaggi innestati rispettivamente su secondario e ausiliario: quando è in folle tutti gli ingranaggi del secondario sono "scollegati" dall'asse, quando inseriamo una marcia andiamo a inserire un supporto tronco-conico tra albero e ingranaggio. In tal modo diventano un tutt'uno e la coppia passa da primario all'ausiliario e da questo al secondario e quindi alle ruote motrici.

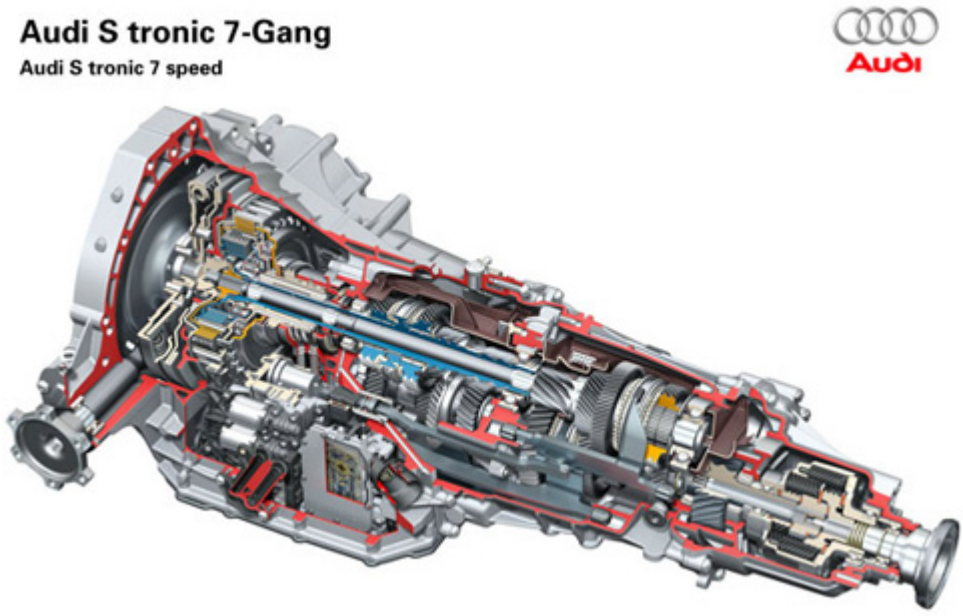
Fino a 5-10 anni fa la maggior parte degli automobilisti italiani utilizzava il cambio manuale, abbassando il pedale della frizione, spostando la leva, rilasciando il pedale etc etc **considerando il cambio automatico una cosa da donnicciole** adducendo **scuse** quali:

- il cambio automatico fa consumare di più
- riduce le prestazioni
- riduce il comfort
- riduce il piacere di guida.

con qualche ragione e molti pregiudizi.

Poi son arrivati i paddle, i comandi al volante; il marketing ha fatto passare tale comando come "*il vero cambio, quello usato dai piloti di formula 1*" e tutto è cambiato.

Si è scoperto che **un cambio automatico ben progettato migliora le prestazioni**, riducendo i cambi marcia, **fa consumare di meno in condizioni normali**, in quanto sceglie sempre il giusto rapporto ottimizzando la coppia e di conseguenza il rendimento e, soprattutto, il piacere di guida migliora di molto ma ancor più importante si è scoperta **la notevole comodità** di non dover stare sempre ad abbassare il pedale della frizione nel traffico. Cosa ovvia e risaputa, ma tant'è! :)



Nel frattempo i modelli di cambio automatico sono aumentati a dismisura: con convertitore idraulico, con variatore, a doppia frizione robotizzato e si parla in futuro di nuovi e più moderni modelli.

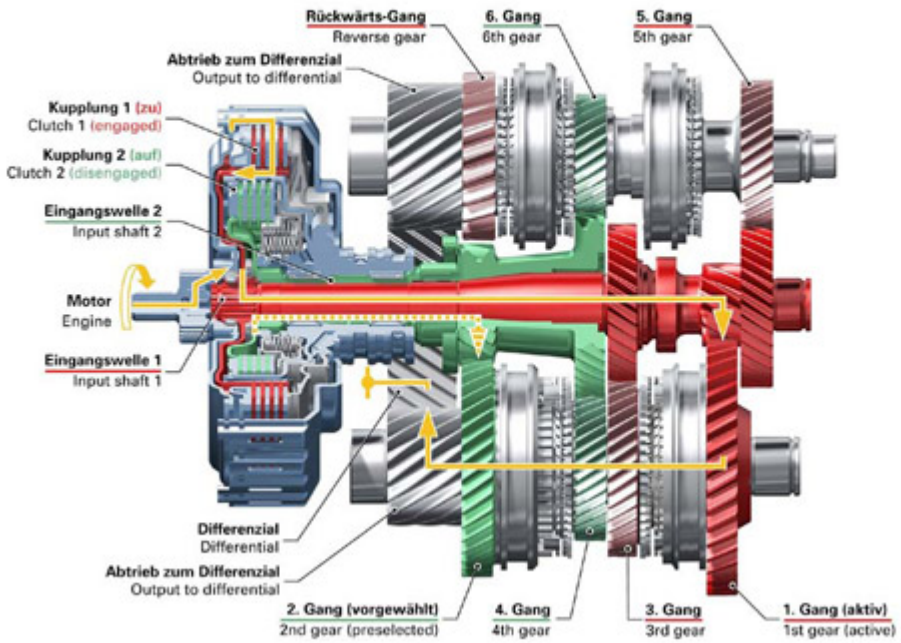
Vediamo assieme le caratteristiche dei vari cambi automatici

Robotizzato

E' un cambio "classico" con l'aggiunta di un servo-meccanismo che cambia le marce per noi e di una centralina elettronica che regola il giusto numero di giri del motore nel momento della cambiata, riducendo o a volte aumentandolo nelle scalate o salendo di marcia. **Può esser utilizzato manualmente attraverso i paddle sul volante o automaticamente.**

E' il cambio che fa consumare di meno*, ha più efficienza ed ha come controindicazione una scarsa fluidità di guida. Per tali motivi è spesso montato su super sportive (a causa dell'alta efficienza) e su piccole vetture da città (smart ad esempio) per i bassi consumi.*

Doppia frizione



Come dice il nome ha due frizioni ognuna delle quali si occupa di una serie di marce (tipicamente 1-3-5 una e 2-4-6 l'altra). **Quando si inserisce una marcia l'altra frizione si preoccupa di pre-selezionare e preparare la marcia successiva, aumentando, quindi, rispetto al cambio robotizzato, la fluidità di guida ed il comfort**. Anch'esso è accompagnato da bassi consumi ed ha l'unico limite della coppia non troppo elevata trasmissibile. Uno dei più famosi è il DSG audi-vw, probabilmente uno dei migliori cambi, insieme al robotizzato Ferrari, attualmente sul mercato.

Cambio automatico con convertitore idraulico

È il cambio automatico storico, caratterizzato da **elevati consumi**, in special modo nei vecchi modelli a 3-4 marce. Attualmente evoluti verso numeri di marce più elevati (6-7) permettono minor consumi dei modelli precedenti anche se il consumo rispetto allo stesso modello di automobile, specialmente in città, resta più elevato di circa un quinto. **Al contempo permette una fluidità ed un morbidezza non presente negli altri modelli** (tranne che nei CVT, ovviamente).

Con variatore o CVT

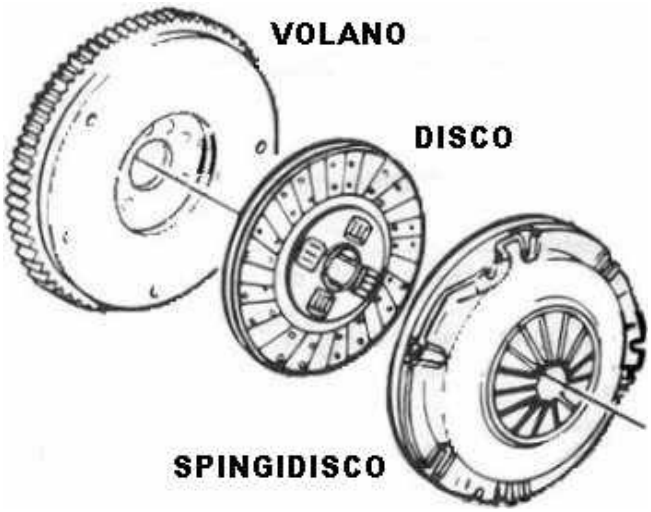
Funzionano tramite pulegge e cinghie: non hanno rapporti reali ma il rapporto dipende da quanto si sposta la cinghia sulle pulegge. **È come se fosse un cambio con rapporti infiniti**. Sono poi quelli usati sugli scooter e son caratterizzati da una **eccellente fluidità di marcia** con il maggior comfort possibile, anche se le prestazioni ed i **consumi sono mediamente più alti** di un cambio manuale. Un altro difetto, che chiunque abbia guidato un maxiscooter ha ben presente, è l'effetto "*slittamento apparente*": ad alte

velocità tende a far restare il motore a numeri di giri alti e costanti, con un notevole rumore, stesso effetto che si ha con una frizione che slitta.

La Frizione.

E' l' organo che ci permette di sfruttare al meglio le potenzialità della nostra auto, senza di essa è praticamente impossibile fare partenze in salita o cambiare marcia velocemente. Cosa fa ?

Permette la separazione tra albero motore e cambio consentendo così di effettuare un cambio di marcia e con la sua capacità di slittare e trasmettere una coppia ci permette di spostare la nostra beniamina sia in piano che in salita. Cominciamo col dare un'occhiata a come è fatta.



Sembra un oggetto abbastanza semplice, ma è un concentrato di tecnologia.

Cominciamo dal volano: Lo scopo del volano è quello di rendere più fluido il movimento dell'albero motore, è insomma una discreta massa di acciaio che accumula energia cinetica durante le fasi attive del motore (scoppio) e la restituisce durante le passive (aspirazione e scarico) rendendo così fluida la rotazione, è ovviamente ben equilibrato ed ha una posizione che è bene riprendere in caso di smontaggio altrimenti sono possibili traballamenti infernali del motore.

Ha una faccia rettificata per permettere al disco di lavorare. Il disco è formato da una coppia di lamine di acciaio con un disco di materiale speciale ad alto coefficiente di attrito su una faccia, il tutto unito insieme . La composizione di questo disco ha subìto una drastica modifica anni fa quando venne vietato l'uso

dell'amianto, ci fu un periodo di problemi di usura ma ora da parecchi anni con i nuovi materiali sinterizzati (che vengono cioè mescolati e incollati ad alte pressioni con l'uso di solventi speciali) si raggiungono facilmente i 200.000 km. senza problemi; con l'amianto 60.000 km. erano un traguardo per pochi. I dischi vengono fissati sulle lamine metalliche tramite rivetti di alluminio e colle. Le quattro molle vicino al foro centrale della frizione hanno il compito di assorbire gli strappi.

Passiamo ora allo spingidisco. Ha dalla parte interna un disco di acciaio rettificato con una molla che lo spinge e lo sostiene. Attualmente ha una unica molla a diaframma, cioè tipo quelle delle macchine fotografiche, mentre parecchi anni fa aveva sei molle tradizionali a filo, che si registravano o cambiavano.

Il vantaggio della molla a diaframma è che il suo carico di spinta sul disco della frizione rimane praticamente costante per tutta la vita del disco, mentre le molle a spirale metallica decadevano in genere prima del disco obbligando ad una sostituzione prematura.

Con l'arrivo dei diesel common rail la vita del gruppo frizione è diventata un inferno. Infatti le coppie stratosferiche dei diesel attuali obbligano i progettisti ad arrampicarsi sugli specchi. I volani sono diventati bimassa, cioè in due parti unite da molle annegate in grassi particolari (e sono nati nuovi problemi, i volani spesso cigolano proprio a causa delle coppie poderose dei diesel), perché la frizione da sola non ce la fa ad assorbire tutti i sussulti e gli strappi; dato che i dischi frizione non possono crescere oltre un certo diametro per motivi di ingombro del cambio, gli spingidisco sono divenuti così sofisticati che durante il montaggio la bulloneria deve essere serrata in una certa sequenza e con un preciso carico in kilogrammetri altrimenti la frizione slitta.

Come funziona il tutto? Premendo il pedale della frizione uno speciale cuscinetto chiamato reggispinta scorre in avanti sull'albero primario del cambio, comprime la molla a diaframma e il disco della frizione è libero e non unisce più spingidisco e volano, effettuiamo la cambiata, lasciamo il pedale e la molla a diaframma pressa nuovamente il disco sul volano, rendendo il complessivo solidale con l'albero primario del cambio, risultato l'auto accelera o decelera a seconda della marcia innestata.

Una volta il problema fondamentale dei cuscinetti reggispinta era dato dal fatto che il cuscinetto entrava in contatto con la molla a diaframma solo sotto l'azione del pedale, conseguentemente coloro che erano abituati a guidare col piede sinistro appoggiato sul pedale distruggevano in fretta il loro bel cuscinetto, con grande gioia dei meccanici; oggi la situazione è cambiata dato che tutti i cuscinetti sono a contatto della molla a diaframma perché tutte le frizioni sono auto-registranti, cioè mano a mano che il disco si consuma non occorre più registrare la corsa del pedale frizione, e questo è un bel vantaggio per tutti

Le sospensioni

Sono la parte meno visibile dell'auto, ma **senza le sospensioni non andiamo da nessuna parte**: sono loro che ci fanno scendere freschi e riposati dopo 500 km di autostrada o tritati dopo 20 di città.

Ma come funzionano, qual è la loro origine?

Il problema di arrivare con il fondoschiena non distrutto dopo un viaggio è nato con il primo carro e si perde nella notte dei tempi. Ancora ai tempi dell'antica Roma non c'era nulla di meglio oltre a qualche cuscino e al frazionamento di un viaggio in più giorni. Se leggiamo il resoconto di un viaggio da Roma a Bari di Orazio c'è solo da inorridire. Basta leggere la famosa satira quinta di Orazio, che narra di un viaggio del poeta sulla via Appia tra zanzare, rane, caldo, sobbalzi, urla e marinai ubriachi che strepitano nella notte. Tre giorni per arrivare a Terracina, e noi ci lamentiamo delle tre ore da Milano a Livorno!

Il quadretto descritto dal poeta del pernottatamento a Forappio, un borgo di 50/60 case ancor oggi, sito sulla via Appia nei paraggi dell'attuale Latina (allora inesistente), è passato alla storia dei resoconti di viaggio. Figuriamoci cosa doveva essere allora Forappio in mezzo alle paludi pontine ben lungi dall'essere bonificate.

Bisognerà arrivare alla fine del 1300 per cominciare a capire che forse tutto sommato esisteva un sistema per salvaguardare il fondoschiena. Fino ad allora le carrozze ricalcavano la forma e le comodità del carro da trasporto, cioè vasche più o meno rettangolari e comodità vicina allo zero. Poi uno o più ignoti benefattori dell'umanità, il titolo è ampiamente meritato, ebbero un'idea folgorante, ma perché non sospendere il cassone su quattro elementi ellissoidali di ferro? Sicuramente la presenza delle balestre da guerra ha fornito l'idea, ma quello o quegli ignoti compirono il grande passo.

Agli inizi del 1400 in Ungheria presso la città di Kotzce altri benefattori introdussero una nuova modifica, il sistema di molleggiamento viene perfezionato in quanto l'abitacolo non poggia sul telaio ma rimane sospeso mediante l'uso di catene o cinghie (in Italia questo tipo di carrozza viene detta "alla veronese"). E così piano piano arriviamo ai primi veicoli a motore di fine 800 e ai primi tipi di sospensione in senso moderno.

Ma cosa è in realtà una sospensione?

Una sospensione è l'insieme di tutte le componenti mediante le quali una carrozzeria o un telaio è collegato alle ruote del veicolo. Queste

componenti controllano i movimenti del telaio rispetto alle ruote (braccetti o puntoni, molla) e ne smorzano i movimenti rallentandoli (ammortizzatori).

In un'auto normale le caratteristiche del sistema sospensioni sono il frutto di un mix tra le varie esigenze di tenuta di strada e confort.
Il funzionamento è semplice, la ruota incontra un ostacolo, sale, la parte elastica la frena e cerca di non trasferire quella energia alla carrozzeria, la ruota scende e l'ammortizzatore frena l'insieme molla ruota per impedire oscillazioni pericolose e beccheggi della carrozzeria. Fine della storia.

I diversi sistemi di sospensione si dividono in:

1. Sospensioni a molla elicoidale
2. Sospensioni a balestra
3. Sospensioni a barra di torsione
4. Sospensioni idropneumatiche

Sospensioni a molle elicoidali

Le sospensioni a molle elicoidali sono realizzate con molle operanti per compressione.

La molla deve avere una guida per evitare la flessione laterale della stessa. al sistema elastico deve essere associato un ammortizzatore, dato che le molle non hanno la possibilità di dissipare termicamente l'energia necessaria a smorzare il movimento elastico del sistema in tempi brevi.
Le sospensioni a molle elicoidali esistono di vari tipi, a seconda della cinematica degli elementi di guida:
Sospensioni a bracci oscillanti longitudinali: costituite da due bracci collegati da un lato alla scocca e dall'altro ognuno ad una ruota.
I bracci sono paralleli all'asse longitudinale del veicolo cioè secondo la sua lunghezza. Il collegamento con la scocca e il movimento relativo ad essa sono assicurati da una cerniera.
La cerniera permette la rotazione del braccio durante il movimento verticale della ruota. Fra braccio e scocca sono frapposte la molla e l'ammortizzatore. In genere dono adoperate per l'asse posterriore, sono semplici economiche e robuste,
Sospensioni a bracci oscillanti trasversali (dette anche a bracci tirati). Sono due bracci trasversali ancorati alla ruota da un lato e ad una cerniera posta al centro della vettura dall'altro; usate al ponte posteriore sono leggere e permettono molte regolazioni sulla ruota (Alfa 164, Thema, Mini).
Sospensioni Mac Pherson: Ideate ai primi del novecento dalla Fiat ma non brevettate perché "troppo avanti nei tempi", (roba da fucilare due volte l'imbecille che autorizzò questo), ripescate dal Mac Pherson e passate alla storia col suo nome. Sono costituite da: superiormente ammortizzatore che fa da supporto e guida alla molla, e inferiormemente un braccio similtriangolare ,

semplici, economiche e di buon confort, in genere montate all'avantreno, ma non mancano casi anche al retrotreno (Alfa 147). Normalmente ammortizzatore e molla non sono coassiali per permettere una migliore guidabilità.

Sospensioni a quadrilatero:

sono costituite da due elementi trasversali, sovrapposti, generalmente di forma simil-triangolare. Ammortizzatore e molla sono collegati al braccio inferiore.

Entrambi i bracci sono collegati al mozzo ruota. Possono essere a quadrilatero alto o basso, a seconda della distanza fra i due bracci. Generalmente le sospensioni a quadrilatero basso sono utilizzate su veicoli con connotazione sportiva (es. BMW) all'anteriore.
Possono essere a quadrilatero alto se sull'assale su cui sono utilizzati le ruote sono motrici: distanziando i due bracci si possono far passare i semiassi che portano il moto alla ruota.

Sospensioni multilink:

sono costituite da più bracci trasversali, al massimo 5, perchè 5 sono i gradi di libertà della ruota da vincolare (solo il moto di oscillazione verticale è permesso). Sono utilizzate al retrotreno e, potendo stabilire le dimensioni di ogni braccio, è possibile ottimizzare il movimento della ruota. Sono però più complesse, pesanti e costose rispetto alle altre soluzioni. Insomma per farla breve sono utilizzate per veicoli di alta gamma.

Sospensioni a balestra

In questo caso l'organo elastico è una balestra, inventata, come la conosciamo noi, da Obadiah Elliot nel 1804, e operante per flessione di foglie ellittiche di materiale elastico (acciaio) collegate fra loro da graffe metalliche. Il sistema permette lo spostamento senza necessità di guide, inoltre, dato che le balestre dissipano velocemente l'energia elastica, è possibile realizzare sistemi di sospensione a balestra senza ammortizzatori.
Il sistema a balestra è stato il primo ad essere usato sui veicoli a motore, prima direttamente importato dalle carrozze a cavalli e poi via via modificato e, data la sua notevole rigidezza, viene utilizzato ancora per veicoli pesanti (camion), mentre è in disuso per le automobili. Il sistema è stato molto usato nel passato, ed è ancora usato in ferrovia.

Sospensioni a barre di torsione

In questo tipo di sospensioni, utilizzate principalmente su veicoli più assi, il mezzo elastico è una barra che attraversa tutta la larghezza del veicolo opportunamente fissata fissata. La ruota stessa è collegata alla barra da una manovella (con movimento verticale limitato).
Le sospensioni a barre di torsione sono semplici ma piuttosto rigide, quindi vengono utilizzate su veicoli di peso molto elevato (blindati), in genere accoppiando la manovella su cui è imperniata la ruota ad un ammortizzatore.

Una variante di sospensione a barra di torsione è usata al retrotreno delle auto. La barra di torsione è fatta in genere da un tubo aperto, con sezione a forma di C, posto trasversalmente al veicolo. Ad essa sono poi accoppiati due bracci longitudinali e in fondo ad essi le ruote. Non sono presenti molle ma solo ammortizzatori, uno per braccio. Vista la loro semplicità sono utilizzate sul retrotreno di veicoli economici (Punto e simili) ma anche su veicoli di gamma superiore (es. FIAT Bravo).

Sospensioni idropneumatiche

Sono la goduria del fondoschiena nei viaggi di qualunque lunghezza, assorbono e filtrano qualunque ostacolo, mantengono l'assetto piatto dell'auto in curva, non risentono del carico per cui l'auto ha sempre la stessa altezza da terra, permettono di abbassare l'auto al di sopra di una certa velocità migliorando cx e consumi, fanno fare a meno del crick per il cambio ruota, se buchi non perdi il controllo dell'auto e non massacri il pneumatico perché l'auto si riequilibra da sola su tre ruote, te ne accorgi solo se hai bucato l'anteriore perché non hai il differenziale autobloccante, insomma favolose, peccato che costruirle non è economico , e la Citroen è la casa che le ha inventate e diffuse prima con la DS nel 1955 e poi via via con tanti altri modelli).
Vediamole in dettaglio.
Una pompa idraulica porta ad alta pressione un fluido che alimenta 4 martinetti idraulici che sono la parte fondamentale della sospensione, ad essi è collegata sulla parte idraulica, lato scocca, una sfera divisa in due da una membrana e contenente da una parte azoto ad alta pressione (150/200 bar), che è la parte elastica dell'insieme che assorbe le pulsazioni ed i colpi di ariete, cioè ammortizza e sospende insieme, e dall'altra il fluido idraulico; c'è poi una quinta sfera vicina alla pompa che fa da serbatoio tampone. La testa del martinetto è solidale con la scocca, il pistone scorrevole con la ruota . La pressione nel circuito determina l'altezza da terra del veicolo.
Quando la ruota affronta un ostacolo il pistone si sposta in su e in giù nel suo cilindro, se l'ostacolo è un dosso il fluido idraulico è spinto nella sfera e il gas si comprime, se è una cunetta il gas spinge il liquido che passa dalla sfera al cilindro del pistone. La compressione e l'espansione del gas fanno sì che l'energia dell'ostacolo non si trasmetta alla scocca, data la praticamente nulla inerzia del gas rispetto alla molla tradizionale; superato l'ostacolo il sistema ritorna in equilibrio e all'interno dell'auto non è filtrato quasi niente.

C'è anche la possibilità di rendere più "sportivo " il comportamento delle sospensioni, variando i tempi di risposta di valvole ad hoc sul circuito idraulico, ma è chiaro che il sistema è inadatto per macchine decisamente sportive. E' un sistema complesso e costoso, dato che la pompa idraulica alimenta freni, sterzo e sospensioni (nel primo modello equipaggiato così, la Ds, anche frizione e cambio, e non c'era il pedale del freno sostituito da una specie di grosso bottone, bisognava abituarsi a modulare la potenza delle frenate, altrimenti l'inchiodata terrificante era in agguato), sistema che ha raggiunto la maturità negli ultimi anni grazie alla separazione dei circuiti idraulici sospensioni dal freno e servosterzo, e alla onnipresente elettronica che ha migliorato ancora di più la godibilità dell'insieme

Sterzo e Servosterzo

Non c'è auto attuale che praticamente non abbia il servosterzo, una volta accessorio solo delle macchine di lusso, oggi diffuso anche su macchine così leggere che potrebbero farne a meno, ma utile per la guida in città e apprezzatissimo dalle signore.

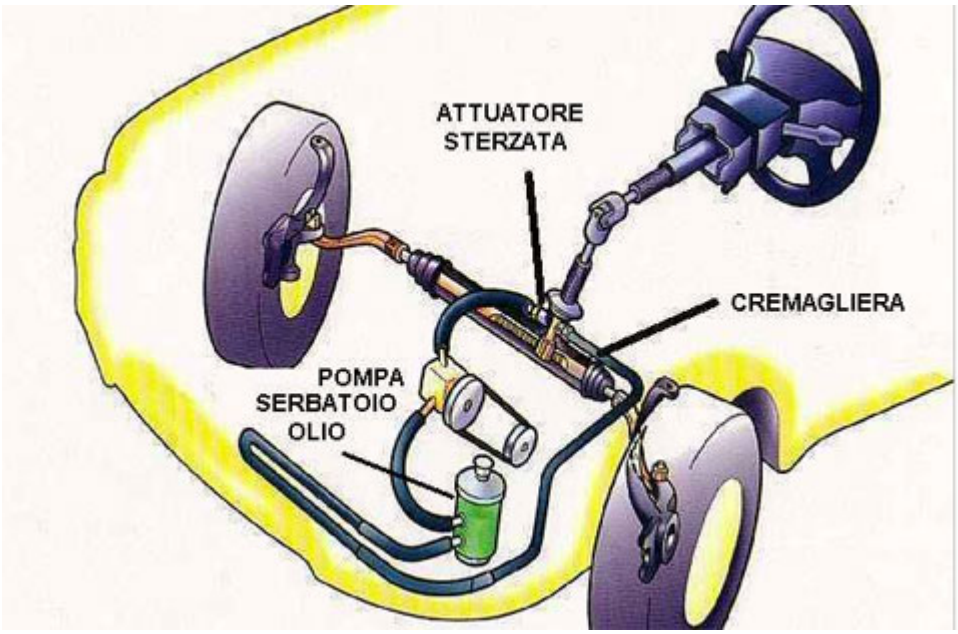
Ci occupiamo del tipo di sterzo più diffuso, **quello a cremagliera**, lasciando da parte tutte quelle chiccherie tecnologiche tipo a **circolazione di sfere** o **a rapporto variabile**, dotazione di auto ben lontane dalle tasche del cittadino comune. Siamo infatti purtroppo tutti più o meno proprietari di auto medie che montano sterzo e servosterzo semplici.

Lo sterzo a cremagliera presenta rispetto al vecchio tipo a scatola il vantaggio di essere più leggero, più diretto, senza manutenzione e soprattutto di essere fissato meglio alla scocca dato che gli ancoraggi sono più distanti e lo sforzo che sopportano è minore per via del braccio di leva più lungo.

E' un tipo di sterzo **semplice**, **di facile montaggio e senza praticamente nessuna manutenzione**, dato che è lubrificato a vita con grasso e non a olio, quindi niente rabbocchi e *praticamente zero controlli per tutta la vita del pezzo se le cuffie di protezione sono integre*.

Se **non** maltrattato vive quanto e più dell'auto su cui è montato. Si compone di un semplice **pignone**, ancorato al telaio, che ruotando in un senso o nell'altro fa sterzare l'auto, è tutto qui.

Nel disegno se ne vede un esempio con un servosterzo idraulico:



Il servosterzo idraulico è di costruzione complessa: ha

- una pompa alta pressione;
- un serbatoio olio idraulico;
- tubazioni per alta pressione
- pulegge, cinghia etc.,

ed è un po' rognoso nella gestione.

Pregi e difetti del servosterzo idraulico

Pregi:

- se ben costruito e regolato **dà grosse soddisfazioni** perché è potente a macchina ferma, basta una sgasata molte volte per aumentare lo sforzo e appena l'auto si muove praticamente scompare dando la certezza di sapere dove sono le ruote, reattivo ai piccoli angoli di sterzata, insomma non è "*torpido*" come molti elettrici a bassa velocità;
- è inoltre **robusto** e **dura** facilmente **più di 100.000 Km**, adatto a macchine di un notevole peso, ma è anche costoso, al punto tale che anni fa veniva offerto come optional a pagamento.

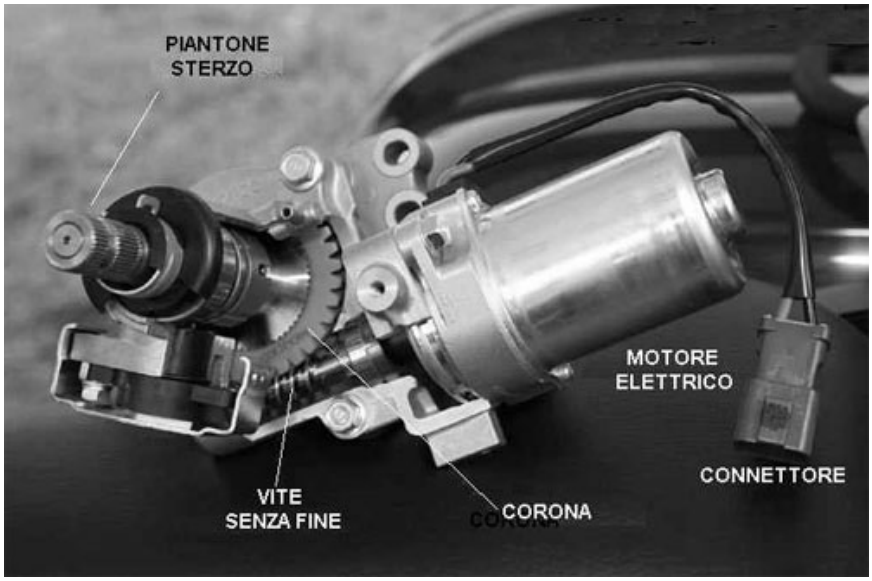
Difetti:

- Come detto è **costoso**: se si rompe la pompa idraulica sono dolori;
- è **pesante**, abbisogna di olio, cinghia, puleggia,

ma soprattutto

- **assorbe sempre energia**, perché la pompa è sempre in funzione: in pratica un servosterzo idraulico "beve" da *0,4 a 0,6 lt di carburante per 100 km*, che non è poco.

Vediamo ora un servosterzo elettrico



E’ innanzitutto **leggero, compatto, economico per le case che lo istallano, semplice da montare**, con in genere due livelli di potenza, bassa velocità e guida normale, assorbe energia solo durante l’uso e in marcia normale è praticamente sempre fermo, è in genere montato nel cruscotto subito dopo lo sterzo, ma…

ma **è spesso aleatorio**, non sempre si riesce a percepire l’esatto angolo di sterzata, specialmente se l’angolo è piccolo, inoltre soffre con una certa facilità di problemi ai sensori di sterzata (costosi) e **non si ripara**: o si sostituisce con uno di rotazione o con uno nuovo, in ogni caso il conto anche in questo caso è salato.

Esiste un altro tipo di servosterzo che ha i pregi sia dell’elettrico che dell’idraulico, ed è quello **elettroidraulico**.

In pratica **la pompa idraulica non è** più **azionata dal motore** tramite una cinghia, **bensì da un motorino elettrico** che si aziona solo all’occorrenza, come per quello totalmente elettrico, mantenendo così la precisione e la morbidezza di quello idraulico con il **risparmio di consumo e la facilità di montaggio dell’elettrico**.

Come costo è una via di mezzo, insomma ce n’è per tutte le tasche, ma purtroppo anche lui quando si rompe è “***doloroso***” per il portafoglio

L’alternatore

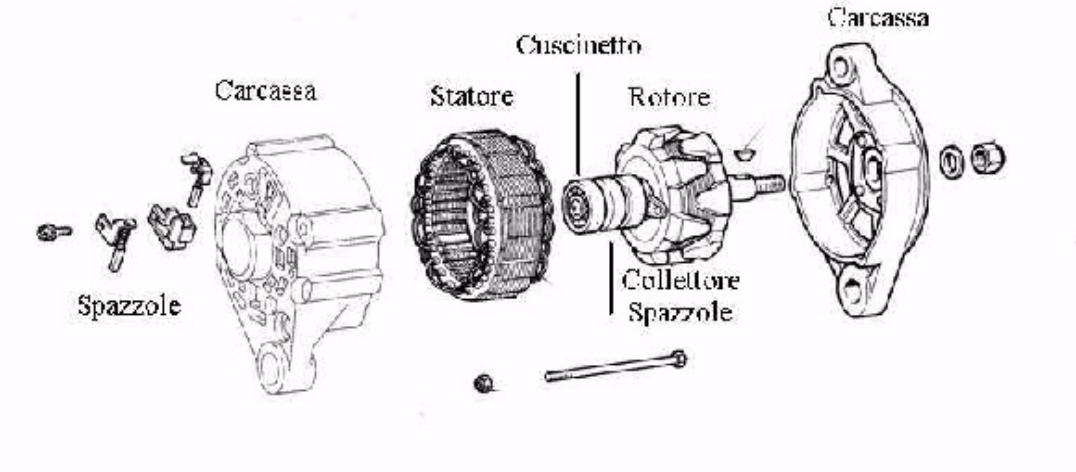
Tutte le auto hanno bisogno di energia, anzi hanno fame di energia! Ci sono tanti di quei dispositivi in una auto odierna che mangiano energia anche ad auto spenta: *antifurti, rilevatori gps, orologi, sensori vari e chi più ne ha più ne metta*.

Si pensa normalmente che la batteria basti per ogni evenienza: niente di più sbagliato! **Auto che scaricano la batteria anche da ferme sono all’ordine del giorno, ma basta metterle in moto che tutto torna a posto**. Questo perché ogni auto è dotata di un proprio potente generatore, l’**alternatore**. *Se ci fosse ancora stata la vecchia dinamo sai quanti black-out!* Anche se ad onor del vero bisogna dire che la dinamo era ben più efficiente dell’alternatore odierno. Infatti la sua resa energetica era circa 0,8 contro lo 0,3 degli alternatori attuali, cioè per ogni kw di energia meccanica prelevato dal motore ne ridava 0,8 in energia elettrica. Ma la **dinamo** aveva un handicap formidabile: il suo collettore, cioè la parte dove si raccoglieva l’energia elettrica, era lamellare, cioè a settori separati, collettore che lentamente mangiava le spazzole per via dell’abrasione che si creava, il che **implicava una durata limitata delle spazzole di raccolta e una impossibilità a ruotare ad alto regime**, era per questo che al minimo si accendeva la famosa spia della dinamo.

L’alternatore invece, pur essendo meno efficiente, ha il collettore circolare, il che significa che ruota tranquillamente a regimi proibitivi per la dinamo, infatti al minimo la spia è normalmente spenta.

Inoltre l’utilizzo dell’alternatore ha permesso la sostituzione delle precedenti batterie auto ad alta capacità e basso spunto con altre ad alto spunto e capacità minore, ben più leggere, ma che mettono in moto più facilmente il motore.

L'alternatore è costituito da una parte fissa, lo **statore**, e da una parte mobile, il **rotore**. Su entrambe sono disposti dei conduttori elettrici collegati tra loro in modo da formare due circuiti. Uno dei due ha la funzione di creare il campo magnetico (avvolgimento induttore o di eccitazione) e l'altro quella di essere sede di forza elettromotrice indotta (avvolgimento indotto). Normalmente il campo magnetico è creato facendo circolare una corrente continua nell'avvolgimento posto sul rotore; in tal caso lo statore ha la forma di un cilindro cavo, nel cui interno, coassiale con esso, è disposto il rotore, che nelle auto ha generalmente forma stellare (**rotore a poli salienti**). Negli alternatori di piccola potenza, quali quelli usati negli autoveicoli, il campo magnetico può essere generato anche con un magnete permanente, in questo caso manca l'avvolgimento di eccitazione. Se correttamente costruito è una macchina che può durare ben oltre duecentomila chilometri senza altra manutenzione che la sostituzione della cinghia ed una corretta tensione della stessa.



Principio di funzionamento

Il motore fornisce l'energia meccanica per mantenere in movimento il rotore, la cui rotazione provoca, per la legge dell'induzione elettromagnetica, la nascita della forza elettromotrice. Alla conseguente circolazione di corrente è dovuta l'erogazione di energia elettrica. Normalmente gli alternatori auto girano a velocità più o meno doppia rispetto a quella del motore, dipende dalle pulegge usate.

L'**alternatore** tradizionale potrebbe essere sostituito da un nuovo tipo, calettato, cioè montato, direttamente sul volano, e a tensione maggiore, che potrebbe fungere anche da motorino di avviamento e regolatore del minimo, ma che soprattutto essendo a tensione e potenza elevata, potrebbe alimentare direttamente l'aria condizionata eliminando i problemi del compressore dovuti alle vibrazioni del motore. *Ovviamente l'alternatore fornisce corrente alternata, basta un banalissimo ponte di diodi all'interno dell'alternatore e il problema è risolto*

La marmitta catalitica

E' un oggetto alquanto misterioso e costoso che a partire dal 1992 ha rivoluzionato la vita di noi automobilisti.

Fino ad allora la stragrande maggioranza delle auto avevano ancora il carburatore, usavano super, col piombo, a 100 ottani e se si scassavano era facile ripararle, l'elettronica era poca e semplice. Poi la parola **VERDE**, che in tutto il mondo fa magicamente diventare innocue le peggiori fregature, colpì ancora.

Basta super col piombo, ci vuole la benzina verde, ci vuole il catalizzatore!

Da dove veniva questo piombo?

Da molto lontano nel tempo nel 1921 un ricercatore della General Motors, Thomas Midgeley jr. scoprì a Dayton (Ohio), che l'aggiunta di piombo Tetraetile alla benzina era l'aiuto che ci voleva per aumentare i rapporti di compressione e far girare più in alto, quindi più potenza, i motori. Detto fatto la Standard Oil (la casa madre della Esso) iniziò ad additivare la benzina col piombo, i motori non picchiarono più in testa e tutti furono felici e contenti, **tranne l'ambiente che iniziò a inquinarsi di piombo.**

All'inizio degli anni '90 qualche burocrate stabilì che era ora di cambiare sull'inquinamento, e iniziò a inseguire pedissequamente il "***Clean air act***" della California, basta piombo, viva la benzina **VERDE**, marmitte catalitiche per tutti, via il piombo, sostituiamolo col ... ***Benzene***!!!!! E poi con il... ***metil-terziar-butil-etere (MTBE) e etil-terziar-butil-etere (ETBE)***.

L'uso di MTBE è stato recentemente bandito negli Stati Uniti per l'effetto fortemente inquinante per le falde acquifere e in quanto cancerogeno (dalla padella del piombo alla brace dei catalizzatori). L'ETBE viene preso ultimamente in maggiore considerazione in quanto parzialmente proveniente da fonte rinnovabile. Esso consiste infatti in un prodotto di reazione tra isobutilene e etanolo, che può esser di origine agricola.

Il resto da Euro 1 a Euro 4 e delle loro limitazioni è storia nota.

Parliamo ora di questo benedetto/maledetto catalizzatore.

Anzitutto cosa è un catalizzatore?

E' un dispositivo che viene installato nel primo tratto del sistema di scarico subito dopo il collettore, e che e' in grado di portare a valori bassissimi la quantità di sostanze inquinanti (ossido di carbonio, idrocarburi e ossidi di azoto) presenti in seno ai gas combusti. Le marmitte catalitiche sono di tre tipi:

1. **ossidanti**: possono solo limitare le emissioni di ossido di carbonio e di idrocarburi, trasformando questi gas in acqua e in anidride carbonica;
2. **riducenti**: scindono invece gli ossidi di azoto in ossigeno più azoto;
3. **trivalenti**: svolgono sia la funzione ossidante che quella riducente.

Una tipica marmitta catalitica e' costituita da un **involucro**, in acciaio inox all'interno del quale e' collocato un **supporto poroso** (monolite ceramico a celle passanti o supporto in lamiera di acciaio fittamente pieghettata e avvolta) sul quale viene depositato uno **strato di wash-coat** (un particolare tipo di ceramica in genere a base di allumina estremamente poroso, in grado di far aumentare la superficie esposta ai gas fino a 20.000 mq) che con la sua superficie fittamente "*frastagliata*" aumenta ancora la superficie che viene lambita dai gas, pur mantenendo un minimo, ingombro esterno. *Sulla superficie del wash-coat e' incorporata una miriade di particelle di catalizzatore* (in genere Platino-Rodio-Palladio).

foto 1

Affinché la marmitta catalitica trivalente abbia un elevato rendimento, ovvero per avere una elevata efficienza di conversione (superiore al 90%), **e' indispensabile che il motore sia alimentato con una miscela aria-benzina avente un titolo controllato con la massima accuratezza al fine di mantenerlo all'interno di una ristretta finestra chiamata "rapporto stechiometrico"**.

Per questo motivo si impiega una **sonda Lambda** collegata alla centralina **che gestisce l'iniezione e che legge in tempo reale l'ossigeno in uscita**, permettendo alla centralina di dosare istante per istante la benzina in funzione di temperatura aria, acqua di raffreddamento, posizione pedale acceleratore ecc.

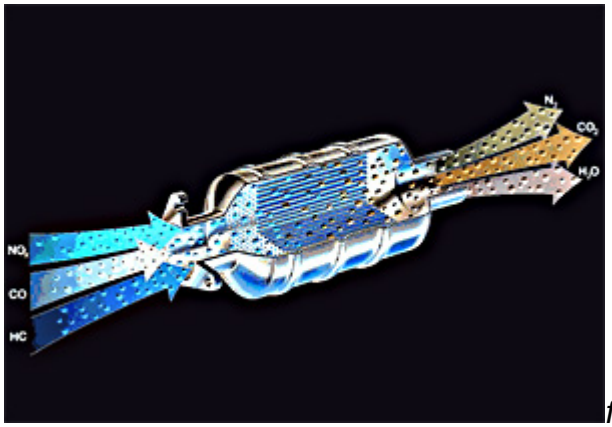
Poiché la marmitta catalitica entri in funzione la sua temperatura deve superare i 250°/280°C circa. Subito dopo una partenza a freddo quindi vi e' un certo periodo (qualche minuto) durante il quale la marmitta non è in grado di funzionare a dovere. Per questo motivo i costruttori lavorano sempre per ridurre il periodo in questione e raggiungere più velocemente possibile il "light-off" (punto di entrata in funzione del catalizzatore).

I nemici delle marmitte catalitiche sono principalmente due: il surriscaldamento e l'avvelenamento. Quest'ultimo e' fondamentalmente causato dai composti a base di piombo, ma anche dal fosforo e lo zinco dei lubrificanti, pertanto si è lavorato molto sui consumi di olio dei motori. **Dunque e' assolutamente fondamentale che le automobili con marmitta catalitica siamo alimentate esclusivamente con benzina "verde"** (priva appunto di additivi a base di piombo). In foto 2 è visibile schematicamente quello che arriva dal motore e quello che esce.

Per evitare il surriscaldamento è fondamentale che non vi siano mancate accensioni (**Misfiring**) altrimenti al catalizzatore arriva benzina in eccesso che bruciando dentro allo stesso lo rovinerebbe: ***per questo se l'auto non parte per batteria a terra è assolutamente sconsigliato metterla in moto a spinta***, occorre una seconda batteria. Per evitare il misfiring sono state messe a punto candele la cui vita media è superiore a 30.000 Km.

Tutto molto bello e tecnologico.

Resta però il problema di smaltire queste marmitte a fine vita. E resta pure il fatto che invece del piombo abbiamo tra i piedi benzene e derivati, **che forse sono anche peggio del piombo.**



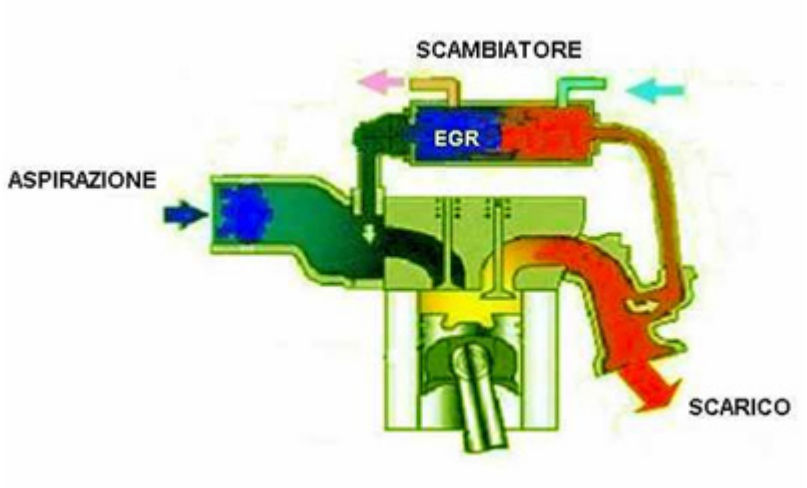
foto

Valvola EGR / WasteGate

Sono due oggetti presenti nei cofani di ogni auto, misteriosi nel loro funzionamento, ma fonte di tanti di quei problemi, soprattutto l'egr nei motori diesel, che non riuscite neanche ad immaginare.

Lo scopo fondamentale della **Egr** (***Exaust Gas Ricircolation***) è quello di **ridurre l'inquinamento** facendo ricircolare parte dei gas di scarico per abbattere gli ossidi di azoto in uscita verso la marmitta.

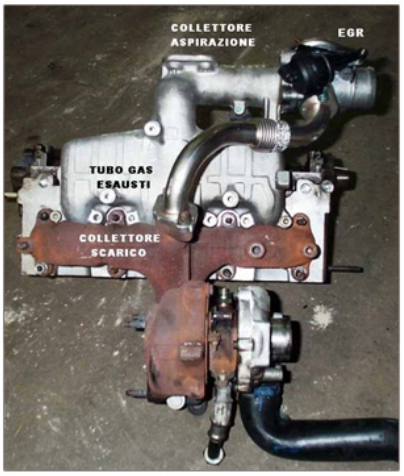
Fin qui tutto bello e perfetto e lo schema è semplice:



Si spilla una parte dei gas di scarico dal collettore, tramite una valvola lo si invia eventualmente ad un piccolo scambiatore che lo raffredda e poi lo invia al collettore di aspirazione **dove questi gas, essendo esausti, cioè senza ossigeno, non partecipano alla combustione**, e quindi fanno si che la ***temperatura all'interno del cilindro si abbassi di quel tanto, calcolato in sede di progetto, che serve a portare gli scarichi alla percentuale desiderata gli ossidi***.

A seconda delle varie condizioni di esercizio la Egr si apre o si chiude o modula.

Per capire meglio come funziona, ecco una foto reale di una valvola EGR montata:



Ma, purtroppo, l' egr dei diesel ha la pessima tendenza ad imbrattarsi e ridursi così, o peggio tapparsi completamente:

A sinistra prima della pulitura a destra dopo la pulitura.

La causa è da ricercarsi nel fatto che il gasolio ha lo scarico con particolato,

Non ci si può far nulla tranne che pulirla... **ma come ve ne accorgete?**

Semplice: la vostra auto quando ha problemi alla Egr inizia a strattonare e sussultare, accende spesso la spia avaria iniezione, questo perché la valvola rimane o aperta o chiusa, mandando in tilt il sistema di iniezione che non riesce più a lavorare nei parametri di programma, dato che, sentendo la composizione della miscela in ingresso cilindro, trova tutti i valori sballati. L'unica soluzione è portarla in officina e farla smontare e pulire, insieme con il collettore di aspirazione, o se ridotta male farla sostituire, **in ogni caso salutate parecchie decine di euro…**

Potete farlo anche da soli, non è difficile, ma il rischio di combinare casini è elevato: meglio farlo fare a chi ne pulisce continuamente.

L'uso di gasoli a basso tenore di zolfo aiuta a ritardare l'imbrattamento dato che normalmente hanno un indice di Cetano superiore al cosiddetto gasolio normale, e quindi bruciando meglio generano meno particolato.

Parliamo ora della

valvola Wastegate

cioè della **valvola di sovrappressione dei motori sovralimentati**.

In effetti non c'è molto da dire: **è una banale valvola on-off** cioè o è aperta o è chiusa:

L'attuatore sente la pressione generata dal compressore nel collettore di aspirazione e al raggiungimento di un prefissato valore inizia ad aprirsi scaricando all'aria l'eccesso di pressione. Non soffre di grossi problemi, tutt'al più rimane aperta facendo si che la macchina non sia più sovralimentata.

Ve ne accorgete perché improvvisamente l'auto diventa "debolissima" e fatica a fare accelerate e salite. La riparazione, in genere, non è molto costosa e richiede poco tempo.

Distribuzione

Con il termine di distribuzione si intende quel complesso di aperture e chiusure dei condotti di alimentazione e di scarico che consentono, con la loro ciclicità, lo svolgimento delle fasi di un motore a 4 tempi.

Come ben sappiamo il ciclo di funzionamento di un motore a combustione interna si compone delle seguenti fasi:

Aspirazione = Fase durante la quale viene aspirata la miscela (aria e benzina) all'interno dei cilindri, per effetto del movimento discendente dei pistoni all'interno dei cilindri

Compressione = Fase durante la quale la miscela viene compressa nella camera di scoppio dalla salita del pistone

Scoppio ed Espansione = Fase durante la quale la miscela deflagra e si espande nel cilindro producendo l'energia necessaria al funzionamento del motore, energia che viene trasmessa ai pistoni i quali ridiscendono accumulandola nel volano. ***Questa è l'unica fase attiva del ciclo***

Scarico = Fase durante la quale i pistoni, spinti dal volano, tornano a salire ed i gas ormai bruciati vengono espulsi per far posto ad una nuova miscela di aria e benzina.

In un motore a quattro tempi la distribuzione è assicurata da valvole (di tipo a sede conica) che si aprono sotto l'azione di eccentrici detti **Camme**, calettati su un albero rotante parallelo all'albero motore e da esso azionato e si richiudono sotto la spinta di molle.

Nei vecchi motori erano sufficienti due valvole per cilindro, una per l'aspirazione e l'altra per lo scarico dei gas combusti; la tecnica attuale per via delle norme antinquinamento sempre più severe fa ricorso a cilindri provvisti di **quattro o anche di cinque valvole** per cilindro per far respirare meglio il motore e ovviamente migliorare il rendimento e quindi potenza e consumi.

Lo spostamento verticale delle valvole fa sì che si aprano delle aperture rotonde ricavate nel cielo della camera di scoppio attraverso le quali si ha l'immissione di gas freschi nel cilindro e l'espulsione dei gas combusti, operazioni che non avvengono mai attraverso la stessa apertura. Le valvole si dividono infatti in:

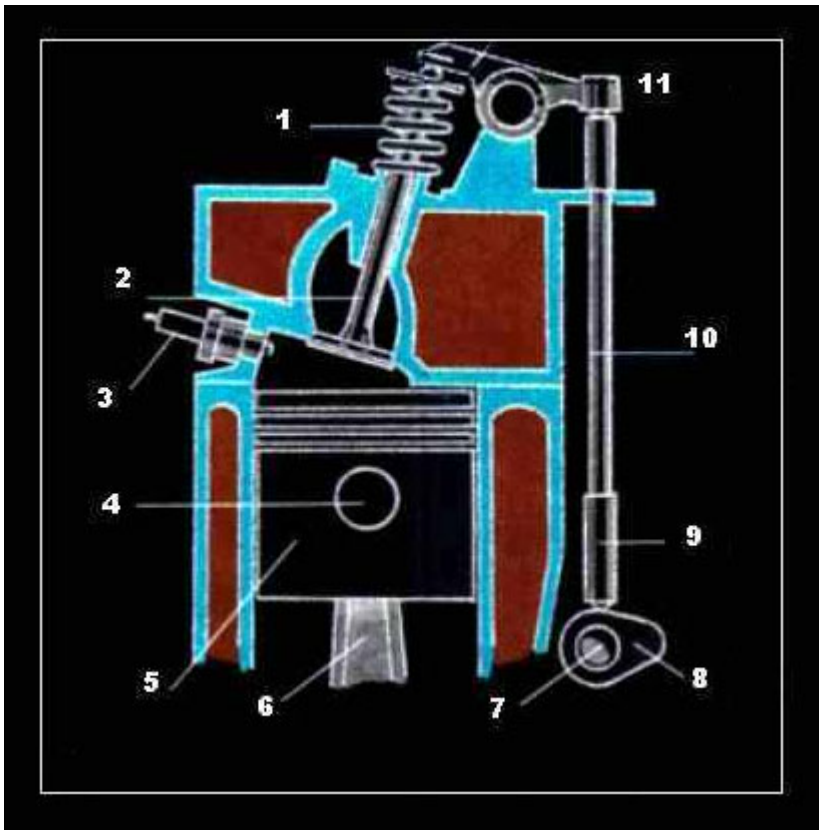
- Valvole di Aspirazione
- valvole di Scarico

Gli organi principali della distribuzione sono quindi **le valvole** (guide, sedi, molle, bilanceri) e tutti i componenti che le azionano, ossia l'**Albero a camme**,

che comanda l'apertura e la chiusura delle valvole, le **punterie**, **le aste e i bilancieri.**

Fino a qualche anno fa il sistema più usato era il sistema ad aste e bilancieri (*girano ancora vecchie Fiesta Terza serie e 126, tanto per capirci*) con l'albero a camme alloggiato nel basamento e disposto in posizione laterale .

Osservate il disegno

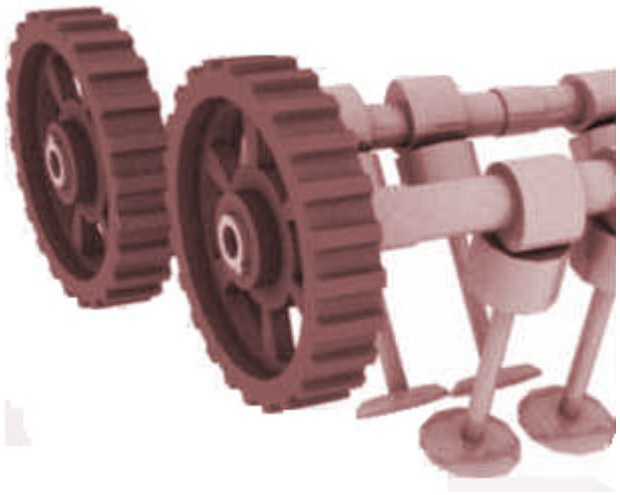


1. Molla
2. Valvola
3. Candela
4. Spinotto pistone
5. Pistone
6. Biella
7. Albero a cammes
8. Camma
9. Punteria
10. Asta
11. Bilanciere

Attualmente la tendenza è quella di adottare una soluzione monoalbero o bialbero alloggiati nella testa, ciò consente di eliminare un sacco di roba (aste,bilancieri,registri) e diminuisce le masse in movimento.

Il movimento circolare dell'albero a camme in testa è fornito ovviamente dall'albero motore il quale gli trasmette il moto attraverso una cinghia di distribuzione, o una catena. La cinghia è molto silenziosa, ma se si rompe sono dolori, la catena è più rumorosa, ma non si rompe mai o quasi.

Ecco nel disegno un classico bialbero in testa. In primo piano gli ingranaggi azionati dalla cinghia dentata . Non ci sono le molle valvole per evidenziare il tutto.



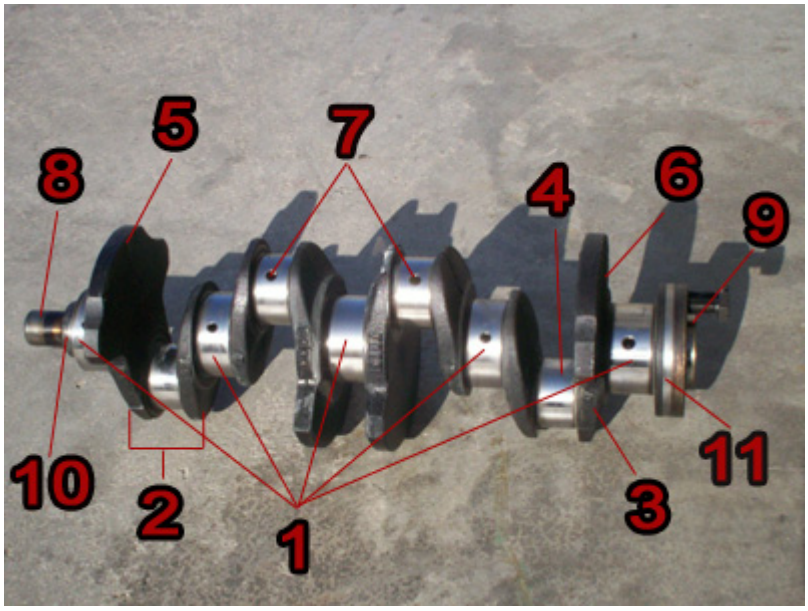
Albero motore e albero a camme

Nel leggerte l'articoletto sottostante potete rendervi un po' conto di come sia fatto un moderno albero motore, nel nostro caso a 4 cilindri e 5 supporti di banco. Esistono anche a tre supporti di banco, ma non più praticamente in occidente, sono di motori vecchiotti e paciosi, poco adatti a girare sopra i 5000 giri min, e di poca coppia.

Sembra un gioco da bambini, ma un albero motore è un concentrato di tecnologia sia per ciò che riguarda la sua fusione , sia per ciò che concerne la sua lavorazione. **Per raggiungere gli elevatissimi chilometraggi dei motori moderni occorre tecnologia, tanta tecnologia, e controlli, tanti controlli**, e sopratutto macchinari a controllo numerico, la mano dell'uomo si limita a metterlo e levarlo dalle macchine che lo lavorano. E talvolta neanche quello, solo, per fortuna, al controllo della lavorazione.

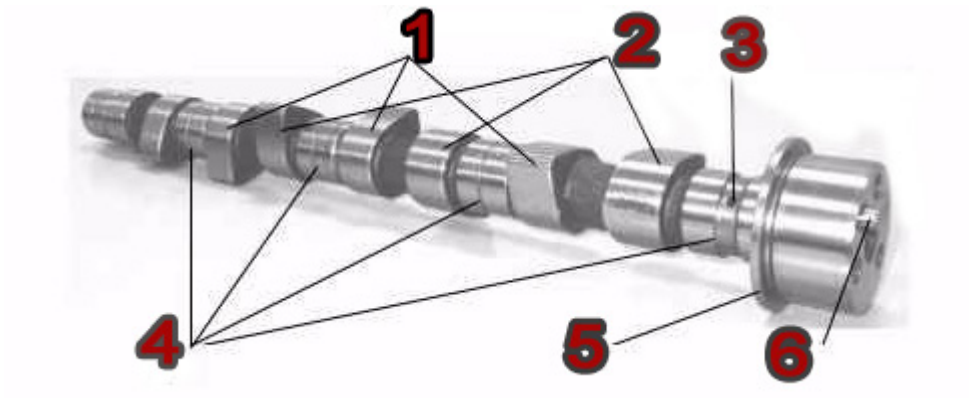
Variando la corsa dei pistoni, cioè la lunghezza dei colli d'oca si ottengono a parità di cilindrata, motori completamente differenti. **Motori a corsa lunga sono quelli che privilegiano la coppia**, e non amano girare sopra i 5000 gir/min, tipico dei diesel che di coppia ne hanno già tanta di loro. **Motori a corsa corta, detti anche quadri o superquadri, sono quelli che privilegiano il regime di rotazione** e girano allegramente a 6000 e ben oltre. Insomma variando la leva (collo d'oca) variano le caratteristiche del motore.

Albero motore



1. Perni di banco
2. Fori di alleggerimento o bilanciatura
3. Manovelle o colli d’oca
4. Perno di biella o perno di manovella
5. Contrappesi
6. Spalle
7. Fori di uscita dell' olio diretto al cuscinetto della biella
8. Asse pignone distribuzione
9. Flangia di fissaggio volano
10. Ripiano anteriore
11. Ripiano posteriore

Albero a camme



1. Eccentrici comando valvole aspirazione
2. Eccentrici comando valvole scarico
3. Foro di lubrificazione
4. Perni di banco
5. Piano reggispinta

6. Spina di riferimento fasatura camme

Lo stesso discorso fatto per l'albero motore vale per l'albero a camme, tantissima tecnologia e poco uomo.

Su alcuni motori la spina riferimento fasatura non esiste dato che per la messa in fase si usano altri sistemi.

Un motore che usa questo sistema, giusto per citarne uno, è il 1242 16 valvole della Fiat. **Più il profilo della camma è dolce e basso più il motore è tranquillo e morbido. Più è acuto e alto più il motore è spinto e nervoso** L'albero a camme così come è inteso oggi è sul viale del tramonto. E' ormai in dirittura d'arrivo il sistema Fiat Uniair e Multiair , tempo circa un anno (fine 2009, inizio 2010) e sarà sul mercato il primo motore uniair 900 bicilindrico, controalbero di equilibratura, da 90 cv e 15 kgm di coppia.

Funzionamento impianti a gas GPL e Metano

Nel corso degli ultimi dieci anni gli impianti a gas, sia gpl che metano, hanno subito una accelerazione tecnologica impressionante.

Praticamente dalla loro nascita erano rimasti immutati: forse ricordate tutti il bombolone, il riduttore di pressione a membrana, il tubone del gas che andava ad infilarsi in una flangia apposita sotto o sopra il carburatore, i due tubazzi dell'acqua proveniente dal motore e necessaria per gassificare il gpl o il metano.

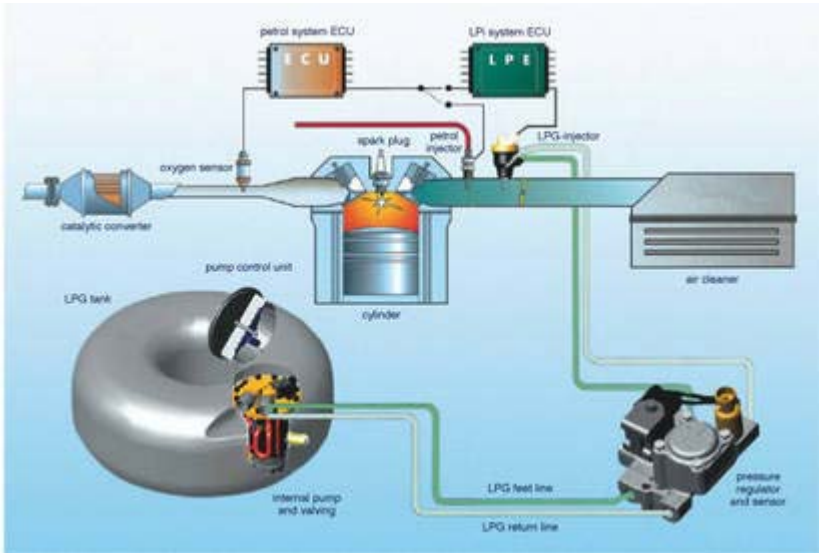
I più "*scafati*" montavano una pompa ac elettrica, di solito comprata allo sfascio e di solito quella della vecchia Mini, questo serviva per un passaggio a benzina senza problemi a freddo se la macchina non ne voleva sapere di partire a gas. Si girava il commutatore, bello grande in basso a sx o a dx del volante, si aspettava che la pompa elettrica riempisse la vaschetta del carburatore, si tirava l'aria (*molti oggi non sanno neanche cosa sia*) e via.

Piano piano sono cominciate timidamente ad apparire alcune innovazioni, tipo l'indicatore di livello e il serbatoio a ciambella (Toroidale, ma sembra una parolaccia) al posto della gomma di scorta.

Poi nel 1993 arriva l'Euro 1, e praticamente tutte le auto passano ad iniezione, in genere monoiniettore, ma gli impianti ancora sonnecchiano, qualcosa comincia a muoversi via via che le specifiche Euro salgono, grossomodo ad Euro 2 cominciano a comparire i primi impianti ad iniezione gassosa **e poi il salto tecnologico parte e ci troviamo oggi con impianti completamente diversi da quelli di solo 12 anni fa**.

Abbiamo impianti ad **iniezione liquida**, **common rail**, senza più polmone per il preriscaldo del gas, con pompe sommerse e **prestazioni praticamente identiche all'alimentazione a benzina**, mentre nel metano compaiono bombole in alluminio e in fibra di carbonio notevolmente più leggere dei bomboloni in acciaio di qualche anno fa.

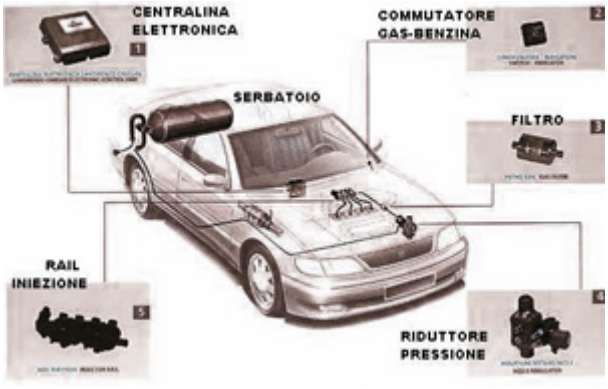
Ma è nel settore gpl che la tecnica fa un salto in avanti notevolissimo arrivando a sfornare impianti che sono vere chicche tecnologiche come questo della **Vialle**, una delle aziende più innovative del settore:



Serbatoio toroidale con inclusa una pompa di mandata, un regolatore di pressione, con linea di ritorno, che provvede ad alimentare un **common-rail** con pressione adeguata al carico e costante, iniettori di gpl liquido, niente polmone preriscaldamento, centraline che dialogano con la sonda lambda e con l'ecu dell'iniezione benzina, **prestazioni identiche a quelle della benzina**, anzi in alcuni casi **accelerazioni leggermente migliori, consumi inferiori, insomma il top**.

Questo tipo di impianto ovviamente non può essere usato per il metano, viste le enormi differenze di pressione (circa 10 Bar il gpl oltre 200 il metano), **ma anche lì si stanno facendo notevoli progressi, sopratutto nel settore serbatoio, da sempre punto dolente dell'impianto a metano**. Le attuali bombole sono di **alluminio** e le ultime arrivate in **fibra di carbonio**, cosa che consente una notevole diminuzione del peso delle stesse.

Lo schema tipo di un impianto a metano è il seguente:



Dal serbatoio a un **riduttore di pressione** (*bistadio*) attraverso un filtro a un rail che alimenta gli iniettori, tutto qui: **semplice e funzionale**.

Il controllo della pressione come nel gpl non è possibile perchè occorrerebbe ricomprimere il gas in eccesso.

Il tallone di Achille del metano è la sua scarsa autonomia, tra i 200 e i 350 Km più o meno e sopratutto la rete dei distributori carente in autostrada e in certe regioni, ma se avete un distributore a portata di mano il risparmio è notevolissimo, e anche l'ambiente ne trarrà vantaggio.

Per concludere: **metano e GPL sono due validissime alternative** agli impianti tradizionali, sia per il **ridotto costo dei carburanti**, sia per il **minor impatto ambientale** a causa soprattutto dei notevoli passi in avanti avuti nello sviluppo tecnologico.

I lubrificanti

Cerchiamo di fare un po' di luce nei meandri delle **sigle sempre più misteriose dei lubrificanti**. Fino a qualche anno fa si faceva riferimento alle sigle A.P.I. (American Petroleum Institute), che erano tutto sommato semplici e chiare. Di un olio si indicava se era per auto a benzina con una S (Service, stazioni di servizio) o per un diesel con la C (Commercial, veicoli commerciali) più una lettera che tanto più era avanti nell'alfabeto tanto migliore e performante era l'olio che indicava.

Esempio Sg-Cd indicava un olio "migliore" a benzina rispetto a un Se-Ce, ma "peggiore " per un diesel.

Poi veniva indicata la viscosità dell'olio es 15W-40 e tutti erano in grado di capire che un olio con quelle caratteristiche andava bene praticamente per l'80% dell'Italia; se poi abitavamo che so a Trapani o a passo Rolle era chiaro che nel primo caso era necessario un 20-50 e nel secondo un 5W-30.

La W indicava che l'olio era stato studiato per un uso prolungato a basse temperature. **Tutto chiaro e semplice, tipicamente Yankee.**

Poi l'ACEA, che non è la municipalizzata romana bensì l'Associazione Costruttori Europei Autoveicoli ha voluto creare delle sue specifiche. La ACEA è nata nel 1996 in seguito alla fusione tra CCMC (Comitato Costruttori del Mercato Comune) e ATIEL (Associazione Tecnica dei Produttori Europei di Lubrificanti) e prevede 4 differenti livelli a seconda del tipo di motore e di impiego.

La classificazione è data da una lettera indicante la tipologia di motore e da un numero riportante i diversi usi e applicazioni all'interno di una determinata classe. Le cat. "A" (benzina) e "B" (Diesel) sono dedicate al veicolo leggero. La cat. "C" (Catalyst Compatible) è sempre dedicata alle auto, con in più la compatibilità del lubrificante con i vari filtri dei gas di scarico. La cat. "E" è invece dedicata ai Diesel industriali.

Al contrario di ciò che accade con le specifiche API, una livello numerico più alto non significa migliori performance, insomma le specifiche europee sono piuttosto da iniziati e occorre dunque fare sempre riferimento al libretto di uso e manutenzione del veicolo, sempre che uno lo abbia. Talvolta può essere indicato anche l'anno della sequenza (es. ACEA B4-02), ma comunque il livello rientra nella categoria essendo compatibile con le precedenti applicazioni. Le ultime specifiche Acea sono del 2004, mentre l'Api è giunta a Ci-Sm. A tutto questo si sono sovrapposte specifiche proprie dei vari costruttori, tipo quelle Mercedes e Wolksvagen, il risultato è che un utente medio è sempre più

confuso e costretto alla fine ad andare nei loro Atelier (non è più il caso di chiamarli officine autorizzate, visti certi prezzi) anche per un banale cambio olio, che nel caso di un'auto diesel con Dpf di una nota casa tedesca può arrivare a costare svariate decine di euro al litro, altrimenti ciao Dpf, se non si usa la marca e il tipo di olio imposto sul libretto uso e manutenzione. Non è che altre case facciano di meglio, lo sanno bene i possessori di un piccolo motore diesel, che se non usano l'olio prescritto si trovano con le punterie idrauliche simili ad un rullo di tamburo.

Purtroppo più andiamo avanti e peggio sarà, visto che tutte le case automobilistiche non vedono di buon occhio il cliente che va dal meccanico sotto casa, e cercano di fare margini sempre più con l'assistenza post vendita.

Bene ora cerchiamo di vedere un po' più in dettaglio le cose.

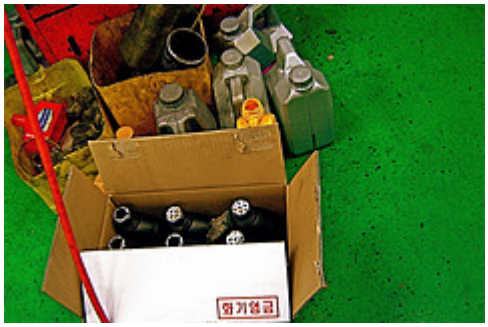
Per le specifiche abbiamo praticamente detto tutto, aggiungiamo solo che: API SM è nata a fine 2004 e prevede test per maggiore resistenza all'ossidazione, protezione dai depositi, miglior protezione dall'usura e prestazioni a bassa temperatura.

API CI-4: specifica per i diesel a 4 tempi (i diesel a due tempi non ci interessano perché il loro uso è praticamente solo navale e sovralimentato) introdotta nel 2002, prevede test per la compatibilità del lubrificante con sistemi di ricircolo dei gas di scarico (EGR), e con altri sistemi di controllo e trattamento dei gas di scarico. I lubrificanti appartenenti a questa categoria forniscono ottima protezione contro l'usura, poca cenere e depositi sui pistoni, mantenimento della viscosità a caldo, soprattutto nelle zone più stressate dei motori, cioè nelle turbine. Finito, adesso passiamo alle specifiche ACEA.

Le definizioni delle categorie sono le seguenti:

- **A1/B1:** oli a bassa viscosità. Adatti a motori di bocca buona, vecchiotti e che in genere lavorano a carico più o meno costante.
- **A5/B5:** oli stabili a bassa viscosità, con caratteristiche di notevole scorrevolezza per risparmio carburante.Adatti per un utilizzo severo e lunghi intervalli di cambio.Prevedono prestazioni più elevate rispetto ad A1/B1. Il livello B5 prevede lo stesso livello prestazionale del B4, con in più specifici test per attestare le caratteristiche Fuel Economy.
- **A3/B3:** oli stabili adatti per l'utilizzo in mezzi ad elevate prestazioni, impiego severo e prolungati intervalli di cambio.
- **B4:** oli stabili adatti per motori Diesel di autovetture e veicoli commerciali con iniezione diretta.
- C1:oli stabili per motori dotati di sistemi di trattamento dei gas di scarico.Caratteristiche Extra Fuel Economy, Basso tenore di ceneri (< 0,5%).
- **C2:** oli stabili per motori di recente tecnologia dotati di sistemi trattamento dei gas di scarico.Caratteristiche Fuel Economy, Medio tenore di ceneri (< 0,8%).

- **C3:** oli stabili per motori di recente tecnologia dotati di sistemi di post-trattamento dei gas di scarico. Medio tenore di ceneri (< 0,8%).



Come si vede non è facile orientarsi , confondersi tra un C1 e C2 è facile, per esempio il nostro vecchio jtd vuole un B4 oppure un B3 è sufficiente visto che l'olio lo cambiamo prima del limite dichiarato dal costruttore? **Mah! Ai posteri l'ardua sentenza.**

Ora per tornare alla W che si trova in molti oli dobbiamo parlare rapidamente di "**Viscosità**" La viscosità **è una proprietà dei fluidi che indica la resistenza allo scorrimento**, *giusto per generalizzare più un lubrificante è viscoso e meglio lavora a caldo*.

Le classi di viscosità degli oli sono stabilite dalla SAE , Society of Automotive Engineers, e la W di Winter indica che la temperatura di riferimento della viscosità dell'olio è –15° per un 20 W , -20° per un 15W , -25° per un 10 W, -30° per un 5W, fino a –35° per uno 0 W. La temperatura estiva max assunta per convenzione è 100°, questo per dare un range molto ampio per l'utilizzo dell'olio. Inoltre le specifiche SAE dicono chiaro e tondo che un 15W-40 è un olio minerale o semisintetico, un 20W-50 o 60 è un semisintetico e 5 o 0 W-30 sono oli sintetici. I**nsomma se dove abitiamo la minima è sui –5° e la massima sui 35°, ma qualche volta andiamo in montagna a sciare e d'estate Palermo ci vede, un olio 20W-50 è quello che fa per noi, sempre che sul libretto uso e manutenzione non sia indicato diversamente!**

Se poi siamo possessori di una auto di quelle marche che ti obbligano all'olio da loro prodotto, prepariamoci ad essere strizzati come limoni al primo cambio olio. Non solo, se malauguratamente ci troviamo da qualche parte con un impellente necessità di rabbocco di uno o più litri di olio dovuti ad una qualsiasi banalissima perdita, e le officine e le concessionarie della nostra marca sono chiuse per via dell'orario, o non ci sono proprio sul posto, rischiamo di causare danni irreparabili al Dpf, cioè il filtro antiparticolato, se ci azzardiamo al rabbocco con l'olio del distributore aperto. In poche parole ci hanno venduto un prodotto per la mobilità che non può andare dove non ci sono le loro concessionarie/officine, e che se ha bisogno di olio fuori orario si deve attaccare al beneamato tram di una volta, insomma un auto poco….mobile!

Vi sono poi altre specifiche ad esempio Mil, specifica militare molto usata tempo fa per i diesel , ISO, UTTO,e ATF ormai usate solo in campi specialistici, es oli idraulici l' ATF, mezzi agricoli UTTO. Ma questa è un'altra storia.

Sistema Uniair - Multiair

E' un sistema di distribuzione: se non sapete come funziona un albero a camme, leggete quest'articolo !

Prima di arrivare alla descrizione del funzionamento del sistema Uniair/Multiair diamo un'occhiata ai disegni A B e C.

Figura A

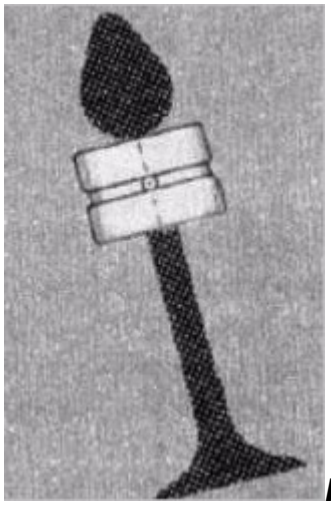


Figura B

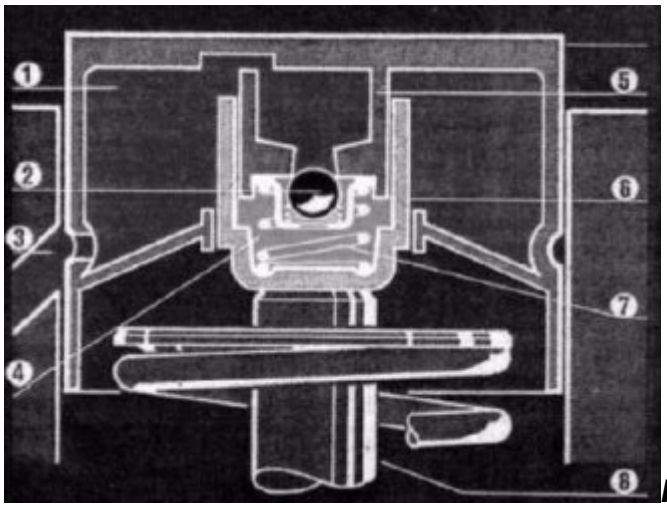


Figura C

Per far sì che i nostri motori funzionino occorre un sistema di apertura e chiusura valvole. Quello in ***figura A*** è il più semplice ed economico, le vecchie punterie che si registravano con una certa frequenza, altrimenti il rumore o una valvola puntata erano di casa, praticamente non più in uso su auto recenti. Seguì poi il sistema in ***figura B***, un bicchierino al cui interno c'era una pasticca di acciaio cementato di spessore calibrato facilmente sostituibile, una sua variante è quella di tutto il bicchiere calibrato, amato da alcune giapponesi, a mio parere una idiozia, per la registrazione occorre togliere l'albero a camme, ma de gustibus…

In ***figura C*** abbiamo una **punteria idraulica**, silenziosa e se funziona bene, leggi con l'olio adatto e cambiato nei tempi prescritti, non ha bisogno di alcuna manutenzione.

L'olio entra dall'apertura 3, riempie la camera 1 e poi la 4 provocando l'innalzamento del bicchierino 5 fino a toccare la camma, la sferetta 2 è una valvola, chiude spinta dalla molletta 7 e quando la camma gira e comprime il tutto, poiché l'olio è incomprimibile, provoca l'abbassamento della valvola 8 senza rumori, ticchettii e regolazioni. Semplice e chiaro.

Adesso passiamo al soggetto del nostro breve articolo.

Sappiamo tutti come sono azionate le valvole del motore, non sappiamo però che la fasatura è praticamente inamovibile. *Solo nelle auto con variatore di fase o col valvetronic, sistemi costosi e macchinosi, è possibile variare apertura e/o scarico.*

Invece nel motore Fiat cosa accade? Accade che la onnipresente elettronica la fa da padrona e **permette di variare non solo la fase, ma anche l'alzata ed una seconda o terza apertura della valvola per migliorare riempimento, scarico, combustione, particolato** e così via giro per giro.

Dunque come funziona?

L'alzata di una valvola è determinata dalla altezza della relativa camma, sia al minimo dei giri che al massimo è sempre la stessa, e la conseguenza è che al minimo sono troppo ed inutilmente aperte, in rilascio sono chiuse e non va bene per gli inquinanti e così via, ci sono perdite per pompaggio, attrito etc etc,

Fiat **ha ideato un nuovo funzionamento**: guardate la ***figura C*** , in una normale valvola con punteria idraulica il bicchierino 5 si alza di 0,5- 0,9 mm o giù di li, in una Uniair si alza di circa 10 mm e il suo riempimento/svuotamento è controllato da un foro, diciamo opposto al foro 3, che nel disegno manca, pilotato un'elettrovalvola abbastanza semplice; inizialmente sono state usate parti di un Abs successivamente modificate per adattarle al nuovo lavoro.

Siamo al minimo, non c'è nessun marchingegno tipo ghigliottina che controlla l'immissione dell'aria, la valvola si apre di 1,5 mm. scarso, perché durante la compressione della stessa da parte della camma l'elettrovalvola si apre e la maggior parte dell'olio fuoriesce dalla camera 7 tramite il foro opposto al 3, che nel disegno non abbiamo, controllato dall'elettrovalvola, risultato l'apertura della valvola è minima, al variare dei giri la quantità di olio che esce è sempre meno, per cui la valvola si apre sempre più. La Ecu inietta più benzina e la macchina accelera.

Chiaramente la la pressione dell'olio per tutti questi utilizzi non può essere quella della pompa olio del motore, sull'albero a camme c'è una camma dedicata ad una piccola pompa ad alta pressione che serve solo alle valvole di uno o due cilindri. Mi direte: *ma il sistema è lento*! **No**! **È ormai così veloce che è in grado di modificare l'alzata della valvola da un giro all'altro**. Reagisce molto più velocemente di un motore tradizionale. E i vantaggi oltre a questo? **Il sistema permette**, tramite nuovi profili delle camme, **più aperture di valvola in un giro**, sempre controllate dalla Ecu, aperture che permettono di **consumare meno e di inquinare meno.**

Se il sistema è applicato solo sulle valvole di aspirazione è chiamato Uniair, su aspirazione e scarico Multiair.

E i vantaggi del multiair?

Pensate ad un diesel che si apre e si chiude le valvole senza essere legato rigidamente ad un albero a cammes, sapete che succede? Che le Egr e tutti i suoi casini scompaiono, che le rigenerazioni dei filtri anti-particolato perdono tutto il contorno di problemi che le accompagnano, perché le valvole di aspirazione e si apriranno al massimo anche al minimo dell'acceleratore e anche lo scarico si aprirà al massimo, ma molto prima e i gas ad alta temperatura necessari alla rigenerazione arriveranno al catalizzatore senza bisogno di marce a 90 Km/h per venti minuti, ma continuando a camminare tranquillamente a 20 o 30 km ora, velocità da città insomma. **Adesso capite perché la Bmw sia così interessata alla Fiat.** *Superare le specifiche Euro 5 o 6 per un benzina è abbastanza facile*, ma per un diesel con le tecnologie attuali saranno dolori, **con un sistema Multiair basterà un catalizzatore o giù di lì e i problemi legati al dpf se ne andranno insalutati ospiti**. Il risultato è il primo multiair in dirittura di arrivo a fine 2009, circa 900 cc, bicilindrico, con controalbero di equilibratura, sovralimentato, 15 kg di peso in meno rispetto ad un motore tradizionale, con 80/90 cv e 15 Kgm di coppia, insomma un benzina leggerissimo e silenziosissimo, con le coppie di un diesel ben più pesante, e senza iniezione diretta di benzina, consuma un 20% in meno rispetto ad un motore attuale. **E quando avrà l'iniezione diretta di benzina arriverà anche lui a fare 25/28 km litro**. Pensate solo di quanto spazio in meno avrà bisogno nel cofano inoltre la sua silenziosità è inarrivabile per un diesel senza bisogno di incapsulamenti e schiume fonoassorbenti, tutto peso che ci portiamo in giro. E si torna all'antico, niente più cinghia di distribuzione in Isoran, ma una vecchia e indistruttibile catena garantita per

250.000 km. E chicca finale l’olio per fare ciò è un normale olio Fiat, non un olio da 30 o 40 € al litro come molte tedesche col Dpf!

Addio valvole sbiegate e pistoni sfondati, addio egr, addio oli supercostosi. ***Non sentiremo la vostra mancanza***

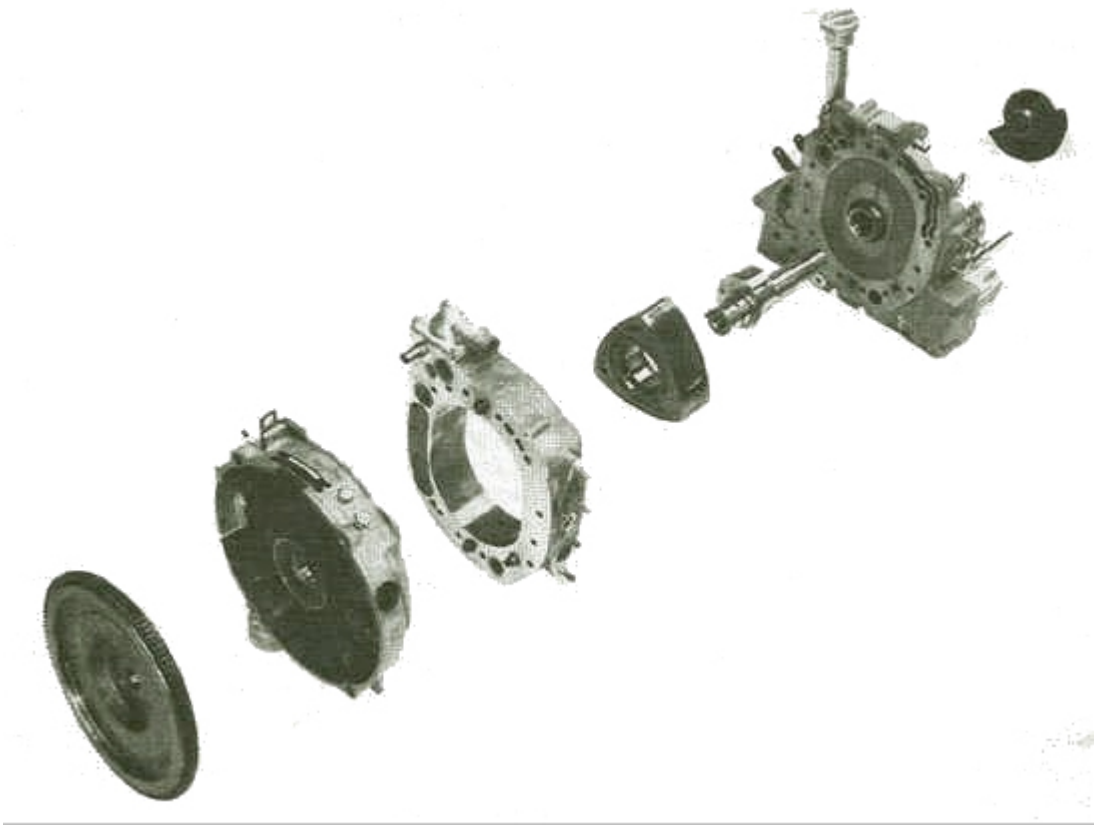
Il motore Wankel

Il motore rotativo Wankel è il risultato di un importante studio condotto dal 1945 al 1954 dall'ingegnere Wankel su diverse soluzioni per un motore rotativo.
La prima ricerca sperimentale condotta sul piano industriale a partire dai brevetti del Wankel è stati effettuata dalla società tedesca NSU, nel 1957. Applicazioni di questo tipo di motore in seguito sono state effettuate da costruttori di veicoli quali Citroen, Mercedes, Mazda, Sachs, ecc.

Un pistone rotante chiamato **rotore**, con la forma di un triangolo equilatero curvilineo, si muove ruotando in uno **statore** (o trocoide) con un profilo particolare, chiamato **epitrocoide**.

Il pistone con la sua rotazione produce le variazioni di volume necessarie per la realizzazione delle fasi del ciclo.

Il rotore ruota senza quasi attrito su un ingranaggio il cui asse è solidale col basamento. La rotazione del rotore simula un albero eccentrico (cioè un albero a gomito), solidale con l'albero motore.
Grazie a questa disposizione, la spinta dei gas su ogni lato del rotore è trasformata in coppia sull'albero motore.

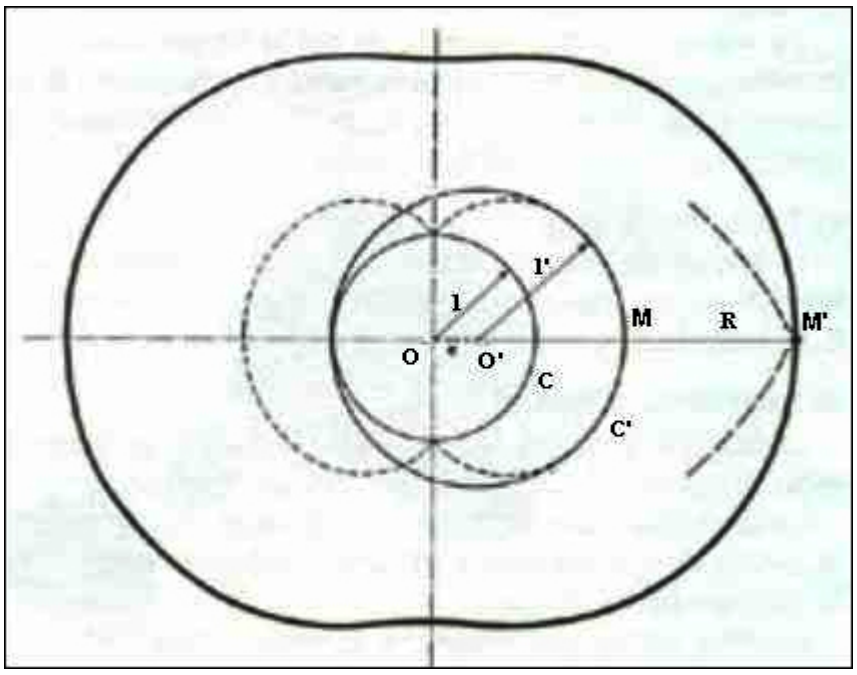


Principio di funzionamento del motore Wankel

Si consideri un determinato cerchio fisso O di raggio r, e un secondo cerchio di centro O' e raggio r' che ruota senza scivolare al di fuori del cerchio O. *Un*

punto M del cerchio O descrive una curva chiamato epicicloide e un punto M' prese all'esterno del cerchio O, ma ad esso collegato, descrive una figura geometrica chiamata "epitrocoide" .
L'epitrocoide ci permette di ottenere delle camere a volume variabile che rendono possibile il compimento di un ciclo a 4 tempi. Sembra complesso e lo è.

Affinché il rotore possa muoversi all'interno di questa curva, esso deve essere montato su un albero eccentrico che permette di trasmettere la coppia motrice. La guida del rotore in rotazione è assicurata dalla sua la corona dentata internamente che ingrana con un pistone fissato sullo statore; questo pignone fisso rappresenta il cerchio O e la dentatura interna il cerchio O'.



Il motore a pistoni rotativi Wankel è un vero motore a 4 tempi, effettuando come un qualsiasi convenzionale motore a pistoni i quattro tempi: **aspirazione, compressione, esplosione-espansione, scarico.**

Una differenza fondamentale con il convenzionale motore a pistoni è che questo motore realizza tre tempi contemporaneamente.

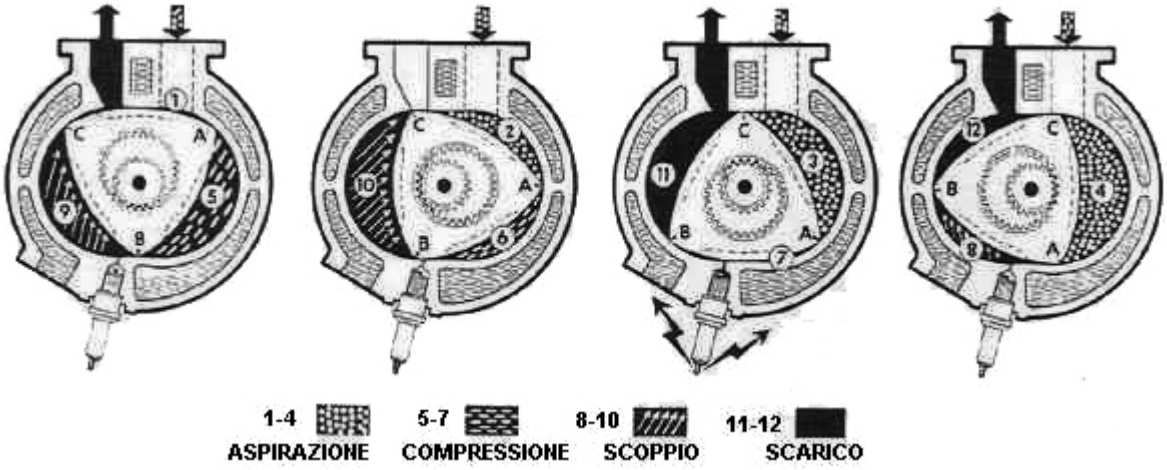
a) ***Primo Tempo:***
Quando la prima camera si ingrandisce, aspira la miscela benzina/aria

b) ***Secondo Tempo:***
La stessa camera spinge, per effetto della rotazione del rotore, la miscela aspirata verso la camera di scoppio La camera si riduce per effetto del movimento eccentrico del rotore e comprime così la miscela.

c) ***Terzo*** ***Tempo:***
La candela accende la miscela compressa l'esplosione continua a spingere il rotore nel suo movimento circolare.
Questo è il momento in cui si sviluppa la coppia motrice.

d) ***Quarto*** ***tempo:***
Il bordo del rotore scopre la luce di scarico ed espelle il gas bruciato come un 2 tempi.

La dimensione della camera è variabile, così come la cilindrata di un motore a pistoni classico varia con il movimento del pistone.
Come il più grande volume possibile indica la cilindrata nominale del motore classico, così il volume nominale della camera corrisponde al più grande volume possibile della camera d'esplosione del motore rotativo.



Numero di cicli per giro

La cinematica del motore Wankel è tale che l'albero motore fa 3 giri quando il rotore fa un giro completo.
Poiché ciascuna delle tre facce del rotore lavora, ci sono 3 aspirazioni, 3 esplosioni-espansioni, 3 scarichi per ogni giro del rotore.

Poichè l'albero motore ruota 3 volte più veloce, è come se ci fosse un ciclo motore completo durante un giro dell' albero.
Pertanto un motore Wankel monorotore può essere paragonato ad un bicilindrico a 4 tempi, a pistone convenzionale.

Cilindrata unitaria e cilindrata equivalente

La cilindrata unitaria è la differenza tra i volumi Vv minimo compreso tra rotore e trocoide durante lo spostamento del rotore.
Tenuto conto del fatto che il motore Wankel effettua un ciclo termodinamico in

3 giri e il motore a pistone alternativo in 2 giri di albero a gomiti, si considera che la cilindrata generata da una camera del rotore è massimo e

2/3(V-v)

Dal momento che il rotore ha 3 camere, la sua cilindrata per un rotore sarà:

2/3(V-v)3=2(V-v)

La cilindrata equivalente (in totale) attribuita al motore Wankel rispetto ad un convenzionale motore è:

2 (V – v) n . 2 (V - V) n.

Dove n è il numero di rotori.

Ad esempio: l'equivalente motore Mazda **RX-7 (l'unica auto con motore Wankel ancora in produzione, ora sostituita dalla Rx8)** è il seguente:

2*573*2=2292

Vantaggi e svantaggi del motore Wankel

Vantagg:

- Meno parti in movimento (niente bielle, valvole,molle, contrappesi, vibrazioni quasi inesistenti ...),
- La regolarità di funzionamento e la dolcezza di utilizzo,
- Trasformazione più soddisfacente del movimento dal punto di vista meccanico
- Dal punto di vista rumore è un bel rumore quasi sibilante dato che raggiunge regimi stratosferici (8000/9000 giri/min) senza il minimo accenno di problemi alle valvole (non ci sono!), con una progressione entusiasmante.
- Potenza in rapporto alla cilindrata

Svantaggi:

- La progettazione dei segmenti di tenuta pone dei problemi di difficile risoluzione, specialmente dal punto di vista del consumo olio, inoltre la coppia motrice è piuttosto in alto.
- Lo smaltimento del calore in eccesso è più difficile da raggiungere e richiede un impianto di raffreddamento a liquido molto efficace.
- Le forme delle parti in movimento (rotore, statore, ...) sono complesse, di difficile lavorazione, con prezzi decisamente elevati.

Fap / Dpf

Sono le sigle che indicano i due sistemi di filtraggio antiparticolato dei gas di scarico dei motori diesel

Il fine è lo stesso, ma differiscono molto sul metodo.

FAP

Esaminiamo per primo il Fap (**Filtro anti particolato**) che è anche il primo ad essere stato montato sui diesel, nel 2000, **ed è del gruppo PSA cioè Peugeot Citroen**.

Cosa è il filtro FAP?

Non si tratta di un semplice filtro bensì di un sistema applicato sui motori diesel che, rispetto ai motori benzina, presentano il ben noto problema delle polveri sottili (**PM10**). Nel sistema FAP le emissioni sono filtrate, raccolte e infine bruciate a 450° ogni 300/500km, liberando il catalizzatore, nel momento in cui l'automobile supera una determinata velocità di crociera per un certo numero di km, senza altro intervento da parte del guidatore che l'aumento della velocità .

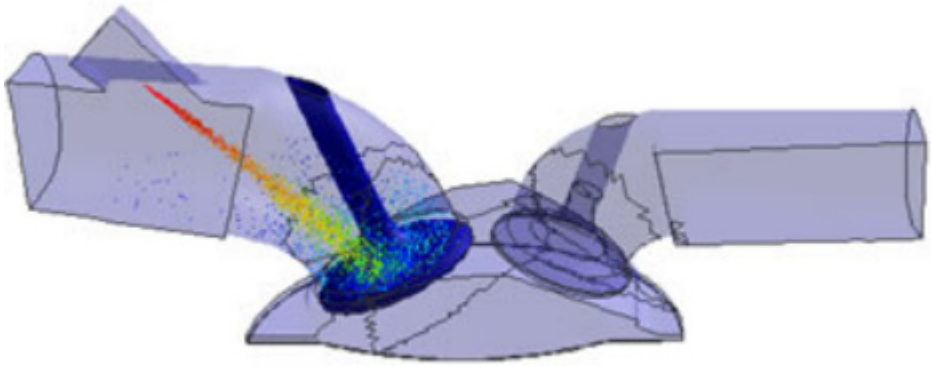
Il filtro è inserito sullo scarico dei motori e trattiene, per poi bruciare in seguito, le particelle solide (PM10) presenti nei gas di scarico. *Per intenderci, si tratta del nero fumo che si vede uscire dai tubi di scarico delle auto a gasolio durante la fase di accelerazione.*

Per funzionare il Fap ha bisogno che il gasolio sia additivato prima della combustione, cioè che ad esso sia aggiunta una sostanza chimica chiamata **cerina** (*ossido di cerio*; il cerio è un elemento metallico, di colore argenteo, usato anche nella produzione di alcune leghe di alluminio e nella produzione di acciai), o ***Eolys*** o come piace alle varie case che montano diesel Peugeot che permette la "cattura" da parte del FAP del particolato; **inoltre la cerina è in grado di abbassare la temperatura a cui il particolato stesso può essere distrutto**. Detta Cerina è contenuta in un serbatoio a parte, di circa 5 litri **sufficienti per 80.000 / 120.000 Km**. Al momento dell'apertura dello sportellino serbatoio-gasolio si attiva una procedura che misura il

combustibile immesso nel serbatoio e calcola la quantità di Cerina da aggiungere al gasolio nel serbatoio.

Durante il funzionamento la cerina si accumula insieme al particolato e al momento in cui l'apposito sistema di misurazione rileva che **la differenza di pressione tra ingresso e uscita filtro ha raggiunto il minimo consentito si attiva la procedura di combustione** del particolato.

La Ecu inizia ad iniettare gasolio nel cilindro e dopo la valvola di scarico (*vedi figura*) con delle post iniezioni,



mentre viene chiesto al guidatore di portare il motore ad una certa velocità per la durata della rigenerazione, cioè finchè si spegne l'apposita spia sul quadro, **la temperatura all'interno del filtro sale fino ai 450° e la fuliggine di particolato brucia**, la cerina incombustibile di accumula in apposito filtro sostituibile, spegnimento spia, fine rigenerazione.

Il DPF

Dato che il procedimento con la Cerina è brevettato le altre case hanno sviluppato un procedimento leggermente diverso, ma con lo stesso fine, con una temperatura più alta, 650° grosso modo. E alla fine dovrebbero essere tutti felici e contenti. All'interno sia Fap che dpf sono, più o meno, simili

sono infatti costituiti da un involucro tubolare in acciaio inox con all'interno o una rete particolare o una serie di tubicini o lamelle; **il risultato è sempre lo stesso**: **fermare i pm10, sempre con post iniezioni; stesso fine insomma**. Sempre un percorso di X km da percorrere a velocità più sostenuta rispetto al Fap, finchè si spegne la spia della rigenerazione sul quadro pilotata dai sensori di pressione in ingresso e uscita del Dpf. *Apparentemente più semplice rispetto al Fap, ma con più problemi stante la temperatura maggiore di rigenerazione dovuta alla mancanza di cerina.*

E adesso passiamo alle note dolenti, che, secondo me, sono il grosso.

Iniziamo col dire che se usate l'auto prevalentemente in città è meglio che NON compriate un diesel col Fap/Dpf, perché se è vero che potrete circolare in inverno, quando gli altri sono fermi, è anche vero che andate incontro a dei problemi e a delle spese che TUTTI i venditori di qualunque casa automobilistica si guardano bene dal dirvi al momento dell'acquisto.

Innanzitutto quando scatta la procedura di rigenerazione del filtro DOVETE portare l'auto a 60/90 km/h per tutto il tempo che dura l'operazione (*sono proprio curioso di vedere dove potete raggiungere una simile velocità dentro Milano o Roma o Napoli per tutto il tempo che vi occorre*), **pena la ripetizione del procedimento che, se non riesce oltre un certo numero di volte, non molte tre o quattro, richiede la procedura in officina** con, e qui cominciano le spese, la sostituzione dell'olio, anche se l'avete appena fatta, perché la rigenerazione comporta inevitabilmente, dato i quantitativi di gasolio in gioco, una diluizione dell'olio motore con conseguente aumento del livello e diminuzione delle capacità lubrificanti

Se avete un'auto che prescrive olio suo super-speciale dal costo stratosferico (*vi lascio la gioia di scoprire Marche e costi del medesimo*) **avere cambi ravvicinati da 120 e passa € alla volta solo di olio, è peggio di un mutuo**, anche perché la rigenerazione in officina **NON** è gratis.

Durante la rigenerazione da dietro la vostra auto un delizioso **codazzo puzzolente** indicherà il più delle volte che c'è una rigenerazione in corso, e se vi fermate sembrerà che l'auto vada in fiamme, visto personalmente, mentre il proprietario, ormai rassegnato, cercherà di dire, con nonchalance, che è tutto regolare. Tra le altre cose i residui di combustione che rimangono nel filtro, sia esso Fap che Dpf, alla lunga finiscono per intasare il filtro, che deve essere sostituito Per carità cristiana stendo un pietoso velo sui problemi dovuti alle sonde di pressione e alla elettronica. Mi direte che non capitano a tutte le auto. Vero.

Ma se non avete la possibilità di rigenerare regolarmente non illudetevi, l'officina vi aspetta.

Tuttavia, in natura nulla si crea e nulla si distrugge, ma tutto si trasforma: **il PM10 diventa PM2.5 o peggio PM1**. Il che significa che il particolato tutt'altro che igienico del tipo Pm10 invece di fermarsi abbastanza in alto nei polmoni, ed essere buttato fuori con un colpo di tosse, diventando PM1 potrà tranquillamente arrivare fino in fondo ai vostri polmoni, e lì rimanere.

Però l'ambiente è salvo! A chiacchiere, **perché i 100 gr. di Pm 1-2, derivanti dalla rigenerazione di 100 gr di Pm10, sono molto più dannosi**, tuttavia hanno un pregio enorme, non vengono rilevati dalle centraline antinquinamento.

Ma i burocrati di Bruxelles sono contenti, quelli che hanno dato addosso al diesel senza sapere nulla di meccanica pure, chi si lamenta siete solo voi, che pagate. Dimenticavo, si lamentano anche i polmoni di tutti, ma questa è un'altra storia.

Sovralimentazione

(parte 1/2) *Leggi la seconda parte*

La storia della sovralimentazione comincia praticamente con la storia del motore a scoppio.

Sin dalla nascita dell'auto **la richiesta di maggiore potenza** fu continua ed inesorabile, all'automobile si chiedeva sempre di più in termini di prestazioni, quindi occorreva più potenza, risultato si cominciò ad incrementare il numero dei giri, dei cilindri, ad aumentare la cilindrata fino a raggiungere cilindrate pazzesche per noi, 20.000 e oltre cc.

La quasi contemporanea **nascita dell'aviazione** spinse invece immediatamente la ricerca in direzione diversa, anche perché caricare sugli aerei di allora motori pesantissimi significava non far decollare neanche l'aereo. Inoltre alla neonata aeronautica mondiale si presentò subito il problema dell'altitudine, **infatti superati i 1500 mt. circa di altezza non c'era motore che non manifestasse problemi di alimentazione** dovuti alla rarefazione dell'aria man mano che si saliva.

Bisognava dunque trovare nuove strade per migliorare il riempimento dei cilindri, nacque così l'era della sovralimentazione che si sviluppò contemporaneamente a terra e in cielo.

Ma cosa è dunque questa sovralimentazione?

E' l'introduzione forzata di miscela combustibile in un motore a scoppio.

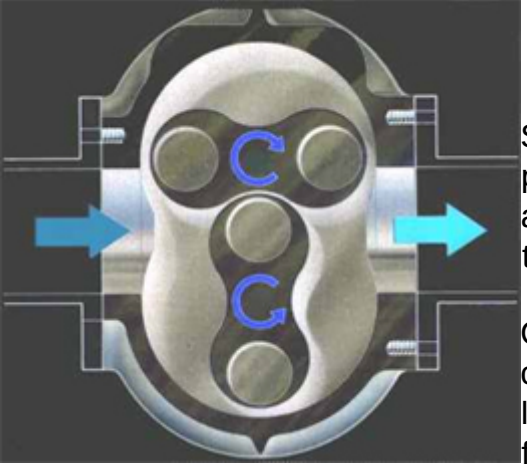
E le strade per ottenerla sono tre:

- **Meccanica,**
- **A Risonanza,**
- **Chimica.**

Cominciamo a vedere un po' quella meccanica.

Oggi come oggi noi conosciamo praticamente solo il **turbocompressore** e il **compressore a lobi**, ma i tipi di compressore usati dagli albori del '900 ad oggi sono talmente tanti che sicuramente ce ne scapperà qualcuno.

Tenete presente inoltre che praticamente è possibile sovralimentare qualunque tipo di motore, sia il quattro che il due tempi, sì proprio il due tempi, anche se vi sembra una baggianata.



Si è sovralimentato con ogni mezzo sembrasse utile, dal pistone al compressore a palette a quello a vite a quello a lobi ecc. ecc., secondo quello che permetteva la tecnologia dell'epoca.

Ogni tipo di sovralimentazione aveva i suoi pro e i suoi contro e più gli aerei alzavano la loro quota massima più le strade della sovralimentazione miglioravano e alla fine rimasero solo pochi tipi.

Il più diffuso negli anni venti del secolo scorso era un tipo di compressore a lobi inventato dai fratelli ***Roots****, e in seguito sviluppato dalla* ***Eaton****, come in figura.*

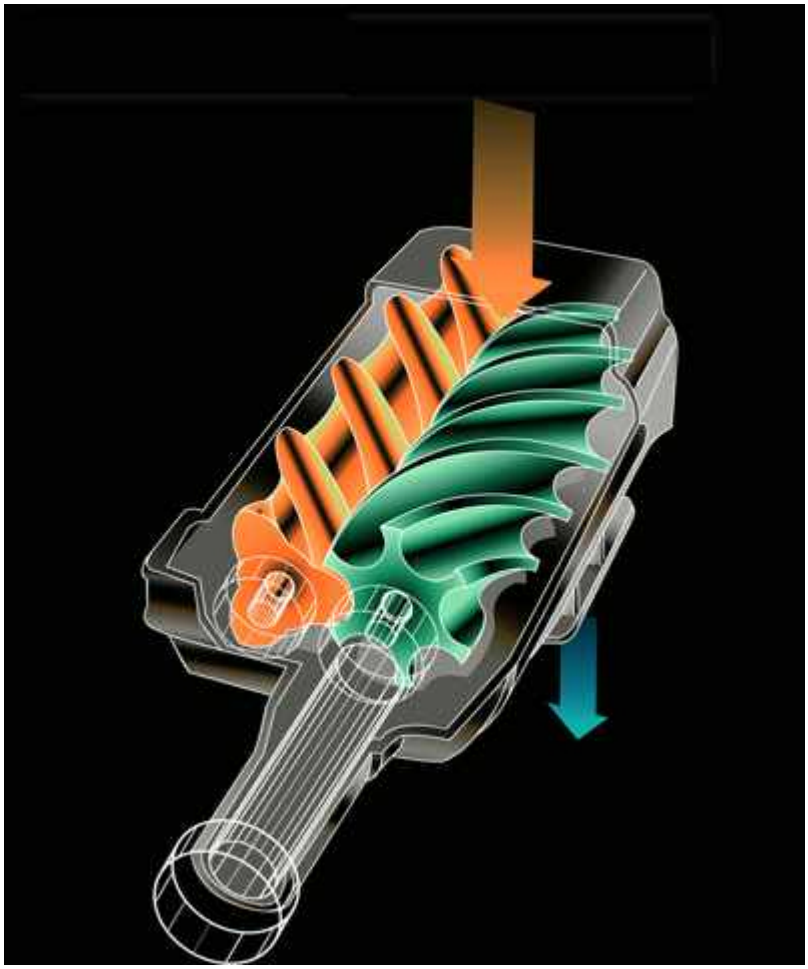
Il compressore a due, e poi a tre lobi, fu installato su numerose e famose auto, tanto per citarne alcune **Maserati, Bugatti e Alfa Romeo**, perché risultò la strada più facile per **incrementare la potenza del motore**. ***La costruzione è semplice:*** sono due specie di biscotti che ruotano a stretto contatto senza mai toccarsi, **richiede solo una buona precisione di montaggio con giochi dell'ordine dei 0.2 mm e niente tecniche di metallurgia sofisticata**.

La sua **sovralimentazione è costante** ad ogni regime, cioè trattandosi di un volume costante che viene compresso la sua sovrappressione, di circa 1 o due bar, è costante ad ogni regime.

Questo fa sì che ne risenta favorevolmente la coppia, **ma la potenza massima raggiungibile non è esaltante**. E' un compressore, quello a due lobi, piuttosto **rumoroso** che per funzionare **prende**, ovviamente, **energia dal motore**. Diciamo che più che un compressore è una soffiante.

Un notevole miglioramento si ebbe con l'introduzione del **terzo lobo** che **incrementava la pressione di uscita fin verso i 4 bar** e **diminuiva il rumore** drasticamente, dato che quasi scomparivano le pulsazioni compressore che praticamente raggiunse l'optimum con questa forma:

Un diverso tipo di compressore è il tipo , compressore dalle notevolissime portate ma **ormai usato perlopiù nel settore dei Dragster perché di lavorazione tutt'altro che agevole**, in pratica ha sei lobi, quindi portate doppie o giù di lì rispetto al Roots a tre lobi:

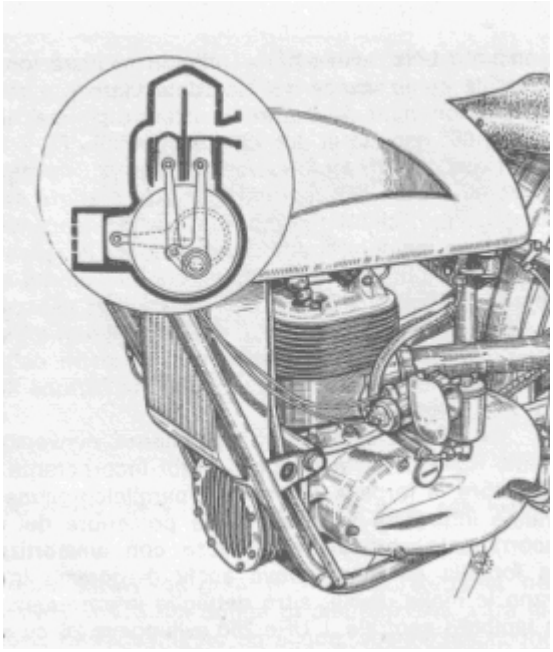


dove i lobi non più a facce parallele fanno si che la sovrappressione sia continua e il rumore quasi scomparso proprio in virtù di questo sfalsamento che elimina di fatto i picchi di pressione.

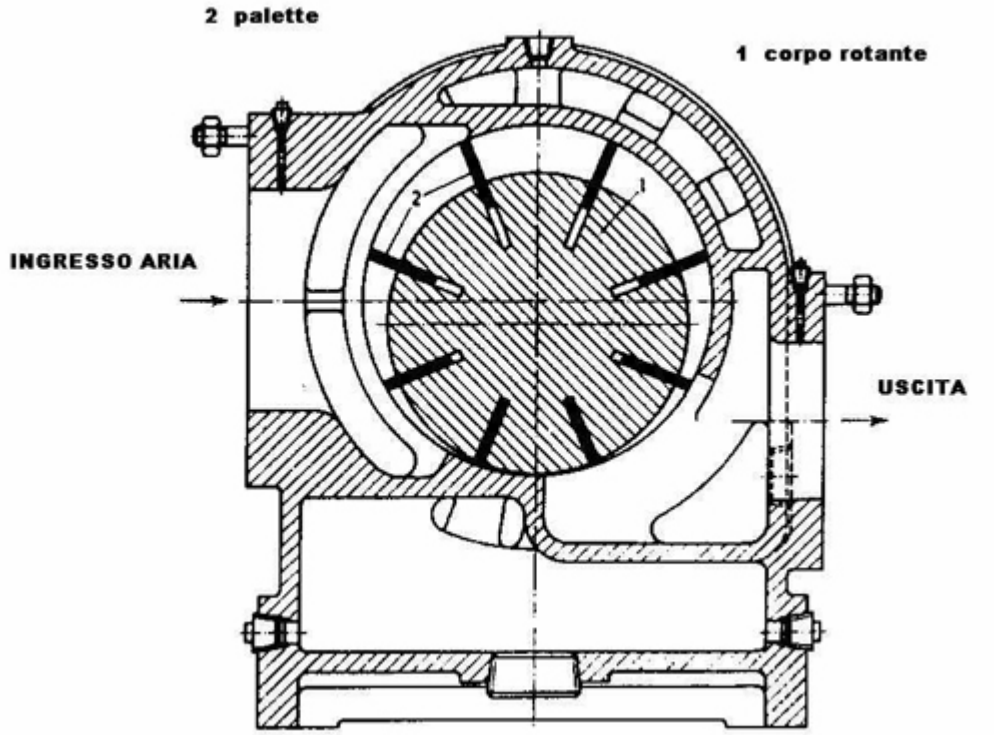
Ancora oggi viene usato in svariate applicazioni nel campo automobilistico, sopratutto negli U.S.A.

In campo motociclistico invece furono usati anche altri sistemi.

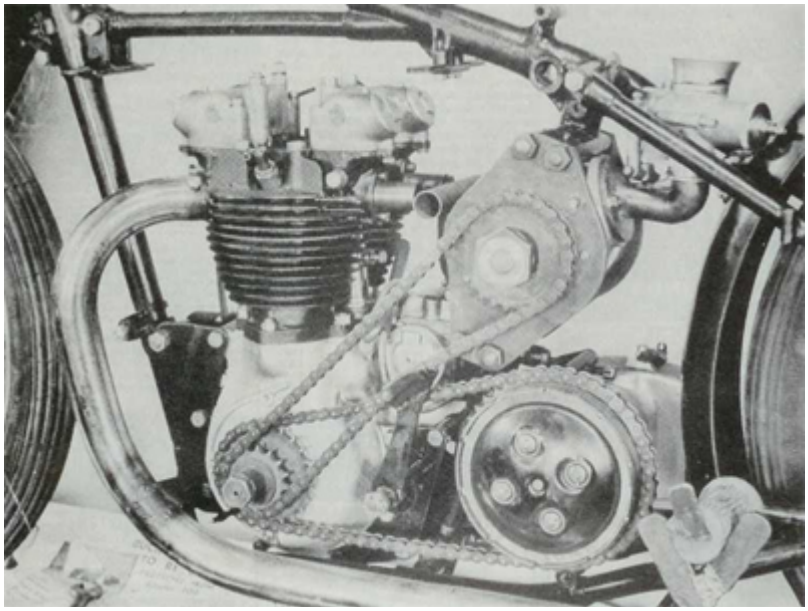
Si andava da questa DKW del 1937:



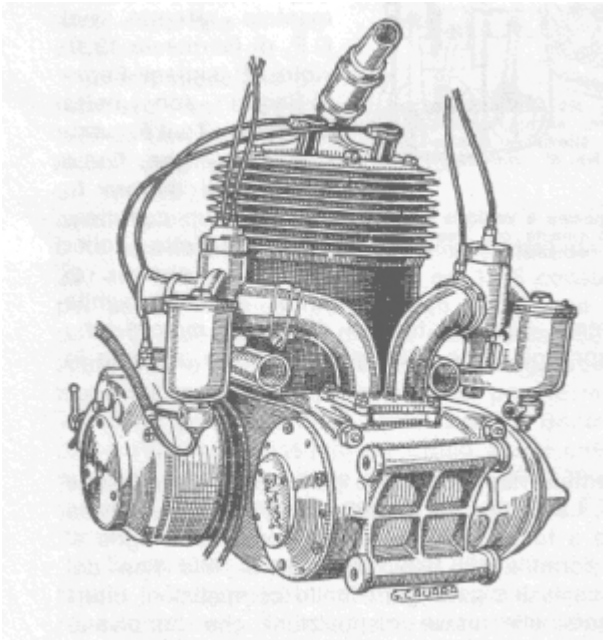
dove un pistone aveva il compito di sovralimentare l'altro, a compressori a palette tipo Zoller



che su una moto davano luogo a:



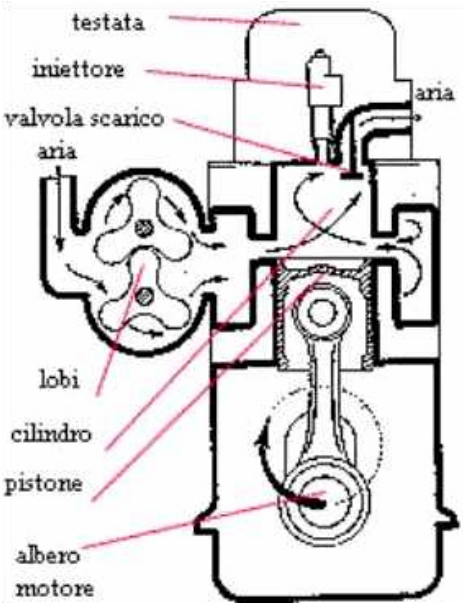
oppure a soluzioni così



in ogni caso si trattava di soluzioni sempre alla ricerca spasmodica di **potenza che non bastava mai**.

Le moto di cui sopra erano **due tempi** e può sembrare strana questa cosa, ma in effetti funzionava anche se un sacco di miscela fresca se ne andava a spasso

per la marmitta e i classici ritorni di fiamma con belle sfiammatone dalla marmitta erano all'ordine del giorno.



I migliori risultati nel campo dei due tempi si ottennero nei diesel di impiego prevalentemente marino modificando il motore con l'aggiunta di una valvola! In pratica il compressore serve sopratutto per pulire il cilindro dai gas esausti e a far si che il diesel raddoppi praticamente la sua numero di fasi utili.

potenza raddoppiando il **Trattandosi di motori a carico pressoché costante e a basso numero di giri era il classico uovo di Colombo.**

Il ciclo a due tempi per gasolio si chiama anche "**Ciclo Sabathè**".

Fino a qualche tempo fa c'erano in giro anche **dei diesel della Detroit–Allison a due tempi adoperati su camion e mezzi speciali militari tipo trattori** per spostamento mezzi cingolati (carri armati tanto per capirci) **dotati di potenze e coppie spaventose**, e anche dal rumore di tuono allo scarico, ma ormai **le norme antinquinamento li hanno messi fuori gioco**.

Poi, giusto per finire, ci sono i compressori a chiocciola, tipo il **G_Lader che la Volkswagen utilizzò negli anni '80 per alcuni suoi modelli** (*Polo G40, Golf G60 ad esempio*).

Tutti questi tipi hanno in comune due cose: **una portata aria grossomodo proporzionale al numero dei giri e devono essere mossi direttamente dal motore**. Sono tutti praticamente utili per incrementare **coppie e potenze in basso**.

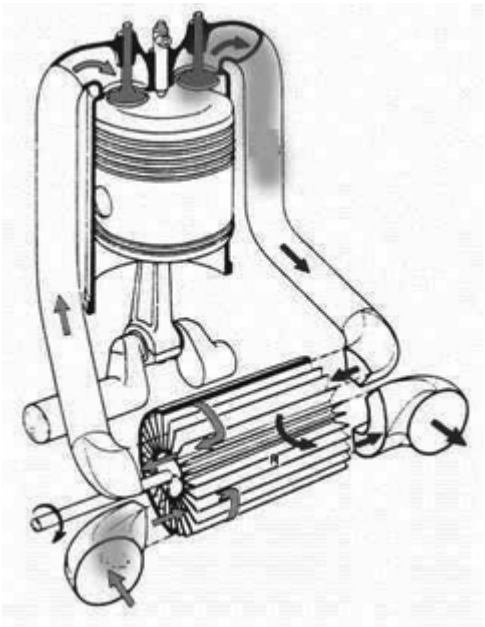
Passiamo ora ad esaminare i compressori del tipo a risonanza, si tratta in pratica del COMPREX.

Nella guerra per la sovralimentazione ha perso la battaglia col turbo pur essendo più valido a basso regime.

Questo perché pur sfruttando l'energia residua dei gas di scarico deve avere un collegamento in un certo qual modo in fase col motore per avere la massima efficacia.

La costruzione è abbastanza semplice:

e il funzionamento anche



Il funzionamento è semplice: **i gas di scarico cedono la loro energia** all'aria fredda che viene compressa e spinta dentro il cilindro attraverso una apertura, nel frattempo il Comprex gira, **si chiude la luce di scarico dell'aria compressa e si apre quella di scarico dei gas**, scusate il gioco di parole, di scarico, semplice ed efficace. **Lo provò anche la Ferrari all'epoca delle auto di F1 sovralimentate**, ma il tallone di Achille del Comprex, cioè la cinghia di collegamento del rotore con l'albero motore era estremamente

soggetta a rompersi per via delle repentine e violentissime accelerazioni a cui era sottoposta, e così il Comprex fu accantonato.

La Sovralimentazione

(parte 2/2) *Leggi la prima parte*

Sovralimentazione chimica

La sovralimentazione chimica è un altro sistema per immettere più ossigeno nei cilindri rispetto a quello che è normalmente presente con la sola aspirazione e **consiste nel sostituire l'aria con un fluido più ossigenato**.

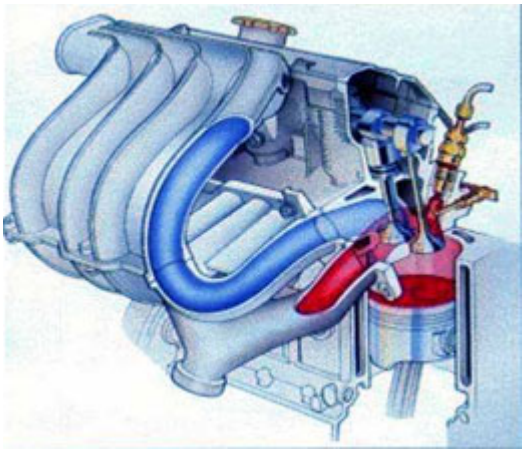
L'atmosfera contiene infatti solo circa il 20% di ossigeno. Il composto più utilizzato al giorno d'oggi è il **Protossido d'Azoto** che contiene circa il 36% di ossigeno in peso. Esso **viene immesso nel collettore d'aspirazione attraverso particolari ugelli iniettori e reagisce non appena viene a contatto con zone ad alta temperatura scindendosi e liberando ossigeno puro**.

L'incremento di potenza e coppia è notevole, con un guadagno fino al 50-60% di CV disponibili.

Questo **è un sistema raramente usato**, sia per problemi legali, sia costi, sia **problemi di affidabilità** e sopratutto perché inoltre provoca una **rapida usura del motore**. Inoltre le bombole di protossido d'azoto consentono solo pochi secondi di effettiva sovralimentazione, limitandone il sistema a gare di accelerazione o manifestazioni.

Il sistema di iniezione al protossido d'azoto è forse più noto con l'acronimo Nos dal nome dell'azienda che per prima nel 1978 ne ha prodotto un sistema per veicoli affidabile, ed è particolarmente diffuso negli Stati Uniti, anche se qualche malato di tuning lo usa anche da noi, di nascosto, per qualche accelerazione bruciante o per qualche ancor più vietata gara fuori dagli autodromi. ***Il sistema è nato praticamente durante le seconda guerra mondiale per dare ai piloti di caccia uno sprint di emergenza per il decollo o per violente accelerazioni in quota.***

Sovralimentazione Dinamica



Viene ottenuta in maniera abbastanza semplice sfruttando l'effetto "Ram" cioè ariete, di una colonna di gas in movimento.

In pratica realizzando un opportuno cassonetto di alimentazione e condotti di aspirazione a lunghezza notevole o variabile (*ottenuta aprendo e chiudendo determinate valvole a farfalla a seconda del numero di giri, in maniera che la colonna d'aria abbia un percorso più o meno lungo*) sfruttando l'inerzia di una colonna di gas per far si che il cilindro abbia una alimentazione, sopratutto agli alti regimi, che gli permette di riempirsi con una leggera sovralimentazione. **Il meglio di se lo dà in motori a quattro valvole per cilindro** ed è diffusa più di quanto si pensi anche in auto di tipo economico, una per tutte è la **Punto 1,2** col motore da 80/85 cavalli.

Alimentata tramite un banale cassonetto di plastica a risonanza al di sopra dei 3000 giri ha accelerazioni notevoli, tali da lasciare con un palmo di naso molte auto con la puzza sotto il naso, senza cassonetto perde molto. ***Viene adoperata anche nei motori diesel non turbocompressi per dare un po' più di coppia e potenza in basso***

Turbocompressore

E' il sistema che praticamente domina incontrastato il campo della sovralimentazione, anche se ogni tanto ultimamente funziona in tandem con un roots, ma sempre più spesso con un secondo turbocompressore più piccolo.

E' un oggetto che ha rivoluzionato la motoristica permettendo prestazioni stratosferiche a i motori a scoppio. **Pensate solo questo nell'ultimo anno di F1 con motori di 1500 cc sovralimentati si raggiungevano potenze di 1200 Cv e c'era ancora ampio margine di sviluppo!**

Vediamone un po' la storia.

Praticamente quasi nessuno sa chi ne fu l'inventore e quando fu inventato. Bene il turbocompressore è opera di un ingegnere Svizzero di nome **Alfred**

Büchi, nato l'11 Luglio 1879 a Winterthur, dove si spense il 27/10/1959; laureatosi nel 1903 al Politecnico federale di Zurigo, lo brevettò nel 1905 mentre lavorava come ingegnere in Belgio, sviluppato tra il 1909 e 1915 quando presenta il primo esemplare di diesel sovralimentato, le prime applicazioni furono intorno al 1920 per migliorare le prestazioni di motori diesel di tipo trazione ferroviaria e uso navale, la consacrazione intorno al 1925 con il varo di due navi tedesche con motori diesel da 2000 cv sovralimentate.

Una ulteriore spinta al miglioramento dei turbocompressori si è avuta durante la seconda guerra mondiale con l'avvento degli aeromobili a turbina, evento che ha spinto molto avanti le ricerche sulle caratteristiche metallurgiche delle leghe per alte temperature.
Gli americani furono i primi ad utilizzarlo su di una autovettura a benzina di normale produzione commerciale, la **Corvair**, mentre i primi tentativi europei furono fatti dalla **Porsche** e dalla **BMW**.

Solo la Renault però, sfruttando la fama acquisita come primo motore in F1 a montare il turbo, venne ripagata da un largo successo commerciale; sulla scia seguirono molte altre case costruttrici, utilizzandolo anche su piccole utilitarie trasformandole in piccole bombe spesso ingovernabili (chi si ricorda la Y10 turbo?) .

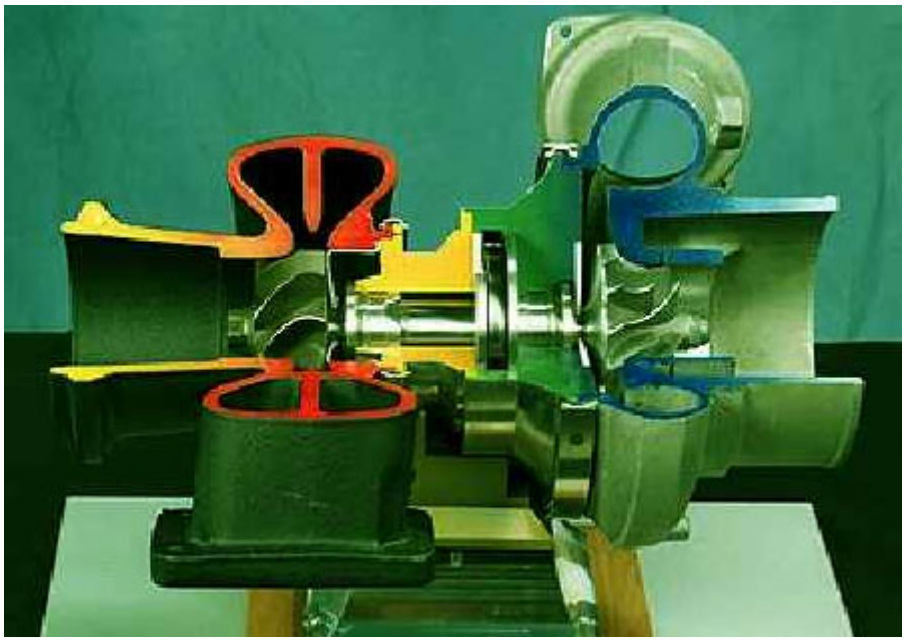
Il turbocompressore non e' altro che un **compressore centrifugo**, trascinato per mezzo di un alberino da una turbina che è azionata a sua volta dal flusso dei gas di scarico che la investono; **le due giranti sono simili, soltanto che hanno i flussi di entrata ed uscita invertiti**.
Una delle cose più difficili da comprendere è che più veloce gira la turbina e meno fatica essa fa a pompare ulteriormente l'aria: la portata d'aria lavorata cresce con il quadrato della velocità di rotazione,succede così che mentre una turbina a 80.000 giri al minuto pompa all'incirca 0,4 metri cubi d'aria al secondo, a 160.000 non ne pompa il doppio, bensì 4 volte tanto e nello stesso tempo la sovrapressione cresce in modo vertiginoso, passando da 0,2 bar a 1,6 bar con un incremento quindi di ben otto volte!

Questa caratteristica è la causa delle sue due caratteristiche principali: **una lentezza di risposta iniziale (il famoso turbo lag), seguita poi da una eccezionale escalation di potenza**, tipo calcio nella schiena .

Infatti quando ai regimi di rotazione inferiori la spinta dei gas di scarico non e' sufficiente a far girare velocemente le pale della turbina, la pressione di sovralimentazione del motore non supera quella atmosferica; dopo di che,insistendo con la richiesta di potenza, il flusso e la temperatura dei gas prodotti dalla combustione aumentano ed appena questi sono sufficienti a fornire una sovrapressione s'innesca una specie di reazione a catena che porta ad **una vera e propria esplosione di potenza che può essere fermata solo da due evenienze**, l'esplosione del motore o l'apertura della valvola **wastegate** (si potrebbe alzare il piedino dall'acceleratore, ma la soddisfazione dell'accelerazione dove la mettete?)

Una caratteristica interessante della turbo compressione è che il motore si adegua al carico, pertanto, chi ha il manometro del turbo lo può constatare, arrivati alla velocità di crociera e mantenendo la stessa pressione sull'acceleratore si vede la pressione che lentamente scende fino a stabilizzarsi. Per questa stessa ragione a motore in folle non si arriva alla massima pressione di sovralimentazione. **Questa caratteristica fa inoltre si che il turbo sia praticamente indifferente ai cambiamenti di altezza di cui soffrono tutti i motori ad alimentazione atmosferica**.

Vediamo uno schema di funzionamento del turbocompressore:



Nella parte rossa arrivano i gas dal motore nella parte verde azzurra l'aria compressa.

La parte dei gas caldi è normalmente di **ghisa**, quella dell'aria di **alluminio**. La forma di entrambe le ventole è spiraleggiante. Nella parte aria la forma il diametro e l'inclinazione delle pale e il regime di rotazione danno il range entro cui opera il compressore, nonché il suo rendimento.

Per evitare che il compressore arrivi a lavorare in zona di eccessiva pressione viene montata una valvola chiamata **Wastegate** che, comandata pneumaticamente o elettronicamente, aprendosi devia una parte dei gas di scarico direttamente oltre il compressore e una valvola chiamata Pop off che scarica all'aria, col caratteristico sibilo, l'eccesso di pressione che si crea nel collettore quando si rilascia bruscamente l'acceleratore.

C'è un terzo dispositivo su alcuni motori che si chiama **Overboost**, praticamente dietro comando Centralina iniezione, **in casi prefissati ritarda di alcuni secondi l'intervento della Wastegate permettendo così una spinta supplementare**.

Tutti questi meccanismi per operare bene abbisognano che l'aria compressa venga raffreddata, l'ideale sarebbe sui trenta gradi, dato che più l'aria è fresca e più è densa, più è densa e più è efficace la sovralimentazione.

A questo provvede un radiatore particolare chiamato Intercooler.

Per sottolineare l'importanza della densità dell'aria aspirata basti pensare a quando si va in montagna: *salendo di altitudine la densità dell'aria diminuisce e solitamente viene indicata (per i motori turbo) una perdita di potenza dell'1,5%*

ogni 100 metri di altitudine in più e quindi a 1000 metri avrete già perso il 15 % di potenza.

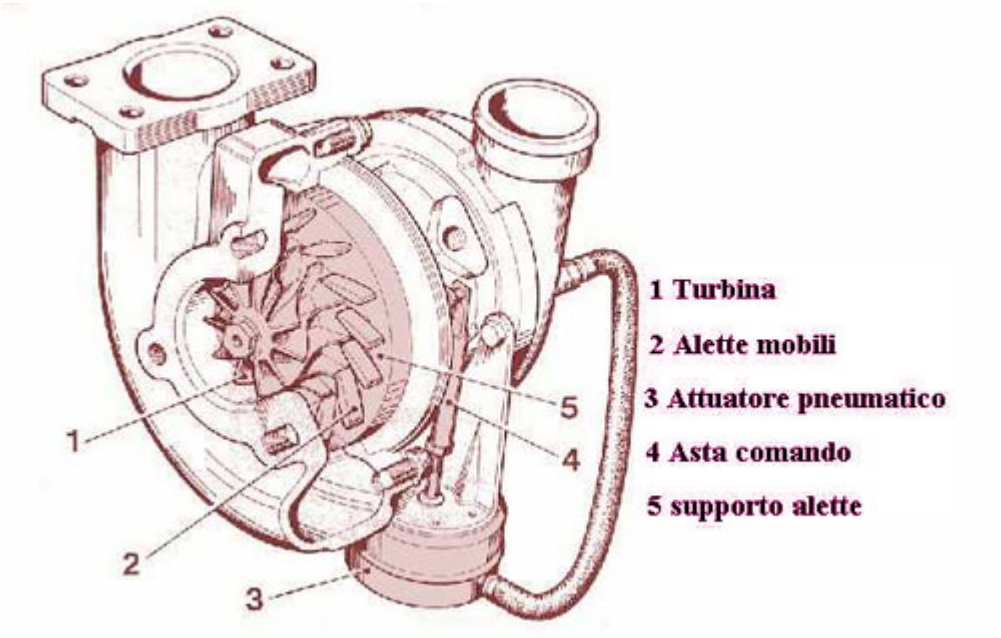
La nascita dei turbocompressori a geometria variabile ha risolto gran parte dei problemi che affliggono i turbo a geometria fissa.

Come funzionano i turbo a geometria variabile?

Semplicissimo. **Provate a soffiare l'aria fuori dai polmoni prima a bocca aperta e poi a bocca socchiusa, vedrete che l'aria che fuoriesce accelera notevolmente man mano che chiuderete la bocca**, altrettanto si fa col compressore, una leva attuata pneumaticamente fa si che a basso numero di giri dalla parte della girante si spostino alcune palette facendo si che i gas che investono la girante accelerino moltissimo, risultato la turbina mantiene un alto numero di giri pur essendoci pochi gas che l'attraversano, nel momento in cui premo l'acceleratore la turbina è già su di giri, per cui il turbo lag diventa minimo e mano a mano che la pressione della soffiante aumenta le palette ritornano nella posizione iniziale, praticamente riaprono la bocca, non ostacolando più il passaggio dei gas.

Con alcuni accorgimenti molto semplici da attuare e' possibile prolungare la vita del turbocompressore o, perlomeno ritardarne la revisione.

Quando si avvia il motore, dopo una sosta prolungata o con temperature esterne rigide, l' olio di lubrificazione dell'alberino che collega le due giranti necessita di qualche minuto per raggiungere la temperatura di esercizio ottimale e quindi **il primo consiglio e' di non accelerare a fondo subito dopo la messa in moto**, ma lasciare scaldare il motore fino a che la lancetta della temperatura acqua è vicina al suo punto di lavoro solito.



Un'altra situazione ancor più critica si presenta quando si spegne il motore (sopratutto d'estate dopo una lunga tirata autostradale): la temperatura del turbo e' altissima, supera i 600°, e chiudendo improvvisamente il flusso (sia di lubrificazione che di raffreddamento), la parte dell'olio, che e' direttamente a contatto del corpo rovente della turbina, brucia e deposita scorie carboniose che riducono notevolmente la vita delle boccole di supporto dell'alberino che collega le due giranti; **e' fondamentale pertanto lasciare girare al minimo il motore per due o tre minuti almeno prima di spegnerlo in maniera che la temperatura del turbo diventi ragionevole, meglio se gli ultimi due o tre chilometri** prima del casello o del distributore alzate il piede e lasciate scendere tutte le temperature.

Un ultimo consiglio, oli da 4 soldi fanno defungere prematuramente qualunque motore, figuratevi un turbocompressore.